

Национальный Исследовательский
Томский Политехнический Университет
Институт «Кибернетический центр»

Молодежь и современные информационные технологии

Сборник трудов

VIII Всероссийской научно-практической конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых

Часть 1

г. Томск, 3 - 5 марта 2010 г.

УДК 378, 004

ББК Ч481.23

М75

Молодежь и современные информационные технологии. Сборник трудов VIII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и современные информационные технологии». Томск, 3 - 5 марта 2010 г., ч.1. Томск: Изд-во СПб Графикс– 314 с.

Сборник содержит доклады, представленные на VIII Всероссийскую научно-практическую конференцию студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и современные информационные технологии», прошедшей в Томском политехническом университете на базе института «Кибернетический центр» и факультета автоматики и вычислительной техники. Материалы сборника отражают доклады студентов, аспирантов и молодых ученых, принятые к обсуждению на секциях: «Микропроцессорные системы, компьютерные сети и телекоммуникации», «Математическое моделирование и компьютерный анализ данных», «Информационные и интеллектуальные системы (в прикладных областях)».

Сборник предназначен для специалистов в области информационных технологий, студентов и аспирантов соответствующих специальностей.

УДК 378:004

ББК Ч481.23

М 75

Редакционная коллегия:

Фадеев А.С. - к.т.н., доцент

Кочегуров А. И. - к.т.н., доцент

Ботыгин И.А. - к.т.н., доцент

Зимин В.П. - к.т.н., доцент

Тузовский А.Ф. - к.т.н., доцент

Дмитриева Е.А. - к.т.н., доцент

Шерстнев В.С. - к.т.н., доцент

В рамках конференции был проведен отборочный этап Всероссийского конкурса «У.М.Н.И.К.» Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере. В номинации «За научные результаты, обладающие существенной новизной и среднесрочной (до 5-7 лет) перспективой их эффективной коммерциализации», по результатам докладов на конференции, для участия во втором (основном) этапе были отобраны кандидатуры 13 человек. Конференции «Молодежь и современные информационные технологии» получила поддержку Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) в виде гранта на проект № 10-07-06011-г "Организация и проведение VIII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых "Молодежь и современные информационные технологии" с международным участием".

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1. Микропроцессорные системы, компьютерные сети и телекоммуникации

Определение характеристик процессора для реализации OFDMA режима <i>Думнова Е.А.</i>	10
Проблемы и решения проектирования микропроцессорных модулей навигационной аппаратуры пользователей ГЛОНАСС <i>Колин Э.Я.</i>	12
Разработка программного интерфейса для обработки анализа и восстановления метеорологических данных. <i>Балашиов М.А.</i>	14
Программно-аппаратный комплекс удалённого управления электрооборудованием <i>Костяной Ю.А.</i>	16
Конвейерная модель многозвенного тракта передачи данных системы управления телекоммуникациями <i>Владимиров Д.В.</i>	18
Програмные средства управления распределенными кластерными системами <i>Бугай А.П.</i>	20
Анализ проблем в области аппаратных пользовательских интерфейсов <i>Поздниченко Н.Н.</i>	22
Об одном подходе к оптимизации скорости формирования выходной документации информационных систем <i>Лецик Ю.В.</i>	24
Разработка прозрачно администрируемой базы данных информационного портала трансфера технологий <i>Перелыгин И.Н.</i>	26
Современные проблемы высокоуровневого проектирования сверхбольших интегральных схем <i>Алекминский С.Ю.</i>	28
Метод размещения точек доступа WI-FI <i>Рудаков Д.В.</i>	30
Высокоточная синхронизация времени в сетях ETHERNET <i>Шайкин Д.В.</i>	32
Быстродействующие алгоритмы вычисления контрольной суммы на примере CRC8 <i>Мальчуков А.Н.</i>	34
Методы и задачи повышения безопасности потенциально опасных объектов <i>Гармашов Я.В.</i>	36
Формализация цикла разработки специализированного периферийного устройства для ускорения решения вычислительных задач на базе ПЛИС <i>Капилевич В.Л.</i>	38
Способ автоматической классификации метеоанных <i>Саврасов Ф.В.</i>	40
Проблема наведения апертуры передатчика в системах атмосферной оптической связи <i>Грачев А.В.</i>	42
Разработка программных средств для организации обмена данными между узлами промышленной сети CAN для MCU SH2A <i>Обухов Д.С.</i>	44
Агентно-ориентированное моделирование маршрутизации в компьютерных сетях <i>Баннова Л.А.</i>	46
Сравнительное исследование разбиения методом квадродерева при фрактальном сжатии изображений <i>Шарабайко М.П.</i>	48
Комплекс автоматизированной технической диагностики коммуникационных интерфейсов <i>Качалов А.Н.</i>	50
Передача данных в промышленных сетях ETHERNET <i>Ивашкина М.А.</i>	52
Разработка микроконтроллерной системы для оценки емкости элементов питания <i>Маслюк Ю.А.</i>	54
Практическая реализация сетевой инфраструктуры кафедры АиКС <i>Овсянников С.А.</i>	56
Системы продажи электроэнергии в Интернете: электронные биржи и торговые площадки <i>Аманжолов Р.М.</i>	58

СЕКЦИЯ 2. Математическое моделирование и компьютерный анализ данных

Моделирование теплового поля слоистого термозлемента <i>Евдулов О.В.</i>	61
--	----

Последовательное применение нескольких простых нейронных сетей для улучшения качества прогнозирования <i>Дружилов А.С.</i>	63
Новый тип эрмитовых кубических сплайн вейвлетов и их применение к численному решению дифференциальных и интегро-дифференциальных уравнений <i>Губская М.М.</i>	65
Применение моделирования при решении социально-исторических проблем <i>Хортиева З. А.</i>	67
Системный подход к формированию моделей слоистых поглощающих геологических сред <i>Покровская М.А.</i>	69
Фазочастотный алгоритм прослеживания сейсмических волн с управляемой протяженностью функции качества <i>Манеева Е.В.</i>	71
Применение текстурного подхода в сегментации изображений <i>Болотова Ю.А.</i>	73
Применение сверточных нейронных сетей в распознавании образов на изображениях <i>Дикий Н. С.</i>	75
Распределенные вычисления в задаче моделирования изменений ландшафтного покрова <i>Афанасьев А.А.</i>	77
Квазистационарная модель термоэлектрического устройства для локального замораживания тканей гортани <i>Евдулов О.В.</i>	79
Фазочастотный алгоритм прослеживания сейсмических волн с управляемой протяженностью его функции качества <i>Обухов Д.С.</i>	81
Прогнозирование сбыта на основе интеллектуального анализа комплекса внешних и внутренних факторов предприятия <i>Шумков А.С.</i>	83
Двухмерное стационарное состояние электронного пучка в диоде <i>Нгуен М.Т.</i>	85
Использование непараметрических методов анализа данных для оценки эффективности лечения по показателям микроциркуляции крови у больных остеохондрозом <i>Чурина Ю.С.</i>	87
Формирование температурного поля в многозонной термической установке <i>Шуваева Ю. В.</i>	89
Построение клеточно-ориентированных двумерных моделей динамики пространственной структуры растительной ткани <i>Смаль П.А.</i>	91
Оценка рейтинга студентов по результатам самостоятельного решения задач <i>Сентякова А.В.</i>	93
Определение зависимости надежности восстановления основной информации из семантически согласованных текстов от избыточности их представлений <i>Скорин А.В.</i>	95
Коллектив непараметрических регрессий, основанный на декомпозиции обучающей выборки по ее объему <i>Варочкин С.С.</i>	97
Моделирование потока плазмы в двухструйной электрической дуге <i>Никуличева Т.Б.</i>	99
Исследование формирования виртуального катода в виркаторе и отражателем триоде <i>Марченко А.Л.</i>	101
Выявление информативных показателей <i>Пермякова О.В.</i>	103
Нейронная сеть как средство построения краткосрочного прогноза потребления энергии для энергосбытовой компании <i>Грицай А.А.</i>	105
Методы компьютерного анализа в исследовании опущения листа пшеницы TRITICUM AESTIVUM L. <i>Дорошков А.В.</i>	107
Исследование температурного поля консервов при стерилизации в автоклавах периодического действия <i>Кайченев А.В.</i>	109
Использование генетического алгоритма для решения задачи поиска оптимального регулярного выражения <i>Либман М.С.</i>	111
Синтез пространственно-временного фильтра плоских сейсмических волн <i>Акчелов Е.О.</i>	113

Применение кластеризации, при моделировании искусственных иммунных сетей	
<i>Белиц А.Б.</i>	115
Численное моделирование теплового воздействия на биологический объект	
<i>Хазамова М.А.</i>	117
Компьютерный анализ соотношений в бернсайдовых группах	
<i>Шлепкин А.А.</i>	119
Имитационное моделирование достижений абитуриентов в студенческой жизни	
<i>Бабичева Н.Б.</i>	121
Определение характеристик причинной зависимости слов литературных произведений	
<i>Морозенко Е.В.</i>	123
Экспериментальное исследование влияния отказов на работоспособность искусственной нейронной сети прямого распространения	
<i>Ременников Д.В.</i>	125
Создание ПО для процесса «Алкилирование бензола моноолефинами»	
<i>Шнидорова Н.О.</i>	127
Моделирование нестационарного температурного поля в биологическом объекте при резистивном нагреве с учетом отвода тепла	
<i>Турунтаева Н.Ю.</i>	129
Математическое моделирование проводимости и ионообразования в ударносжатых пленочных структурах в условиях воздействия высокоскоростных пылевых частиц	
<i>Телегин А.М.</i>	131
Разработка программного обеспечения для расчета плоских задач динамики вязкой несжимаемой жидкости на многопроцессорном вычислительном комплексе	
<i>Кошеутов А.В.</i>	133
Моделирование динамических систем с динамической структурой на примере камбиальных клеток	
<i>Зубаирова У.С.</i>	135
Модель макрочастиц зарядовой нейтрализации электронного пучка при инжекции в плазму низкого давления	
<i>Вагин Е.С.</i>	136
Визуализация связей между археологическими объектами на основе геометрической модели	
<i>Зубарева О.Т.</i>	138
Исследование матричного алгоритма решения задачи разрезания графов	
<i>Погребной Ан. В.</i>	140
Коррекция скоростного закона по данным непродольного вертикального сейсмического профилирования	
<i>Речкин М.С.</i>	142
Локализация контрастных участков изображения при помощи алгоритма восходящего внимания	
<i>Худоба Е. Н.</i>	144
Стохастическое моделирование как средство изучения наноструктурных изменений в металлах	
<i>Никитина Н.А.</i>	146
Эволюционный синтез нейросетевых классификаторов	
<i>Грязнов А.С.</i>	148
Исследование ветвления минимальных левых идеалов групповой алгебры симметрической группы	
<i>Запорожцев И. Ф.</i>	150
Алгоритм выделения объектов для моделирования изображения в диспропорциональных масштабах	
<i>Шувариков Д.П.</i>	152
Элемент управления визуализацией математических объектов: динамическое изменение свойств визуализируемых объектов	
<i>Голубев В.О.</i>	154
Алгоритм фазовой корреляции сейсмических волн	
<i>Янковская Н.Г.</i>	156
Метод выделения контуров объектов на изображениях полученных с помощью сканирующего зондового микроскопа	
<i>Хлопов Д.В.</i>	158
Анализ коэффициента активности азота многокомпонентных легированных сталей	
<i>Бахтина Е.П.</i>	160
Применение математической модели для сопровождения процесса выращивания кристаллов методом Бриджмена	
<i>Филиппов М.М.</i>	162
Влияние различия теплофизических свойств расплава и кристалла на скорость роста и форму фронта кристаллизации при выращивании кристаллов методом Бриджмена	
<i>Филиппов М.М.</i>	164

Компьютерное моделирование иммунной системы (ВИЧ-инфекция)	
<i>Куимов В.И.</i>	166
Геометрическое моделирование и решение задач проективной геометрии в системе GEOGEBRA	
<i>Зиятдинов Р.А.</i>	168
Исследование механизма энергетических потерь транспортируемого длинноимпульсного электронного пучка в плазменной системе	
<i>Ле Х.З.</i>	170
О возможной корреляции между ЯМР релаксацией и химической неоднородностью полимеров древесины	
<i>Пен О.В.</i>	172
Исследование возможности исправления ошибок в принимаемых кадрах с помощью контрольной суммы CRC-8	
<i>Дудин А.Л.</i>	174
Математическое моделирование рынка ценных бумаг	
<i>Макарова Л. С.</i>	176
FAN FILTERING ALGORITHMS OF SEISMIC WAVE FIELDS	
<i>Жукова М.С.</i>	178
Классификация активности приложений на основе вероятностных суффиксных деревьев	
<i>Абрамов Г.Э.</i>	180
О комплексном подходе к анализу финансовых рядов данных	
<i>Жердева Ю.Ю.</i>	182
Адаптивная пространственная фильтрация на основе антенной решетки	
<i>Фищев М. А.</i>	184
Коррекция моделей ионосферы по данным измерений параметров сигналов КВ-радиоволн реперных источников	
<i>Фищев Г.Ю.</i>	186
Применение алгоритмов кластерного анализа для обнаружения сигналов с псевдослучайной перестройкой частоты	
<i>Крашенинников К.Н.</i>	188
Влияние радиационной составляющей на режимы конвективного теплопереноса	
<i>Мартюшев С.Г.</i>	190
Покадровый алгоритм обнаружения речевых сигналов на основе анализа формантных составляющих спектра	
<i>Походенько С.А.</i>	192
Моделирование напряженного состояния в месте перехода пера лопатки к хвостовику	
<i>Нусратуллин Э.М.</i>	194
Обнаружение утечек в трубопроводах с помощью частотно-временной корреляционной функции	
<i>Чан В. Т.</i>	196
Классификация атак типа «отказ в обслуживании» в беспроводных сенсорных сетях	
<i>Емельянов К.И.</i>	198
Алгоритм расчета радиальных сил резания при хонинговании тонкостенных цилиндров	
<i>Лазуков Н.Е.</i>	200
Моделирование температурного поля кабельного изделия в форме двухслойного цилиндра	
<i>Иванова Е.В.</i>	202
Анализ влияния коэффициента плавучести на режимы тепломассопереноса в элементах радиоэлектронной аппаратуры	
<i>Шишкин Н.И.</i>	204
Расчет радиальных сил резания при хонинговании тонкостенных цилиндров	
<i>Осипов Г.А.</i>	206
Моделирование процессов уменьшения вращательных микроускорений малого космического аппарата «Аист»	
<i>Вергунец К.И.</i>	208
 <u>СЕКЦИЯ 3. Информационные и интеллектуальные системы (в прикладных областях)</u>	
Разработка корпоративного портала страховой компании	
<i>Киселева Д. А.</i>	211
Разработка конфигурации, автоматизирующей процесс аудита программного обеспечения	
<i>Райманова Э.В.</i>	213
Приложение для формирования отчетных документов для поликлиники кардиологического центра	
<i>Малахова Е. С.</i>	215
Генератор практических и контрольных задач по чётким и нечётким отношениям	
<i>Седова Н.А.</i>	217
Дублирование информации при решении нейросетевых задач	
<i>Неволина С.С.</i>	219

1С: Предприятие 8. Расширение для карманных компьютеров	
<i>Шаповалова Е.П.</i>	221
Применение предварительной кластеризации при заполнении пробелов в таблицах данных	
<i>Таскин А.С.</i>	223
Моделирование однослойных импульсных нейронных сетей с применением концепции динамически формируемых синаптических терминалов	
<i>Краснощёков А. А.</i>	225
WHEATDB – база данных для анализа взаимосвязей генотип-фенотип-окружающая среда у пшеницы	
<i>Генаев М.А.</i>	227
Разработка CMS для задач информационного киоска	
<i>Гаврилов Д.В.</i>	229
Интеллектуальные системы в качественном анализе составов растворов при микроплазменном воздействии	
<i>Будницкая Ю.Ю.</i>	231
Разработка месторождений нефти и газа: слияние модуля оценки экономических рисков «R-ANALYZER» С СУД «GP-STORAGE»	
<i>Хитров П.В.</i>	233
Стандартизация представления электронных медицинских документов на базе стандарта CLINICAL DOCUMENT ARCHITECTURE	
<i>Семенов А.С.</i>	235
Технология дистанционных ультразвуковых исследований	
<i>Шевченко И. Н.</i>	237
COLOR CLUSTERING AND SEGMENTATION USING KOHONEN MAPS	
<i>Кермани К.А.</i>	239
Автоматическая классификация информационных объектов с использованием семантических технологий	
<i>Пилипенко Т.О.</i>	241
Формализация данных с форумов на основе семантических моделей	
<i>Ковриго А.Е.</i>	243
Приложение для АРМ гистолога для проведения статистических расчетов параметров ткани путем распознавания изображения ее клеточной структуры	
<i>Иконников М.С.</i>	245
Создание онтологии оценки самочувствия пациентов	
<i>Рахимов И.Р.</i>	247
Организация WEB-доступа пациентов Томского Кардиологического центра к схеме лечения при помощи ORACLE APPLICATION EXPRESS	
<i>Боброва Ю.В.</i>	249
Формализация процесса генерации операторных структур текстов в терминах теории надёжности	
<i>Гуров А. А.</i>	251
Использование XFORMS для редактирования документов	
<i>Хоанг В.К.</i>	253
Оценка информативности показателей микроциркуляции крови с помощью средств нечеткой логики и оценка состояние здоровья с помощью нейросетевых технологий	
<i>Девярых Д.В.</i>	255
Повышение качества человеко-машинного интерфейса при использовании естественного языка на примере электронного органайзера	
<i>Крайванова В.А.</i>	257
Разработка экспертной системы прогнозирования исхода беременности и родов	
<i>Бойко К.Г.</i>	259
Проектирование информационной системы «Научно-исследовательские работы студентов»	
<i>Фёдорова К.А.</i>	261
Информационная система контроля знаний студентов, реализующая многоуровневый метод тестирования	
<i>Лазарева А. Н.</i>	263
Разработка эффективных, интеллектуальных систем непрерывного контроля изоляции	
<i>Шевченко В.А.</i>	265
Разработка WEB-интерфейса для работы с онтологиями с использованием ASP.NET MVC FRAMEWORK	
<i>Зарипов А.А.</i>	267
Программная реализация метода ВРС-стеганографии для скрытого внедрения информации в изображения	
<i>Глебов А.В.</i>	269
О децентрализации функций расчетно-кассовых центров жилищно-коммунального хозяйства	
<i>Нижельский С.С.</i>	271

Ситуационный подход в обобщении и классификации ситуаций в системе управления интеллектуальным зданием	
<i>Иванникова О.А.</i>	273
Алгоритм для автоматизированного построения деревьев событий на основе продукционных правил	
<i>Павлов Н.Ю.</i>	275
Подходы к проектированию баз данных для сложных предметных областей	
<i>Осипова В. В.</i>	277
Оценка качества программ	
<i>Сентякова А.В.</i>	280
Разработка системы автоматического контроля обучения работе в MICROSOFT WORD	
<i>Ткаченко Д.С.</i>	282
Исследование и разработка системы поддержки взаимодействия с онтологическими моделями в рамках проекта SIS	
<i>Сидоров А. О.</i>	284
Городской семантический портал	
<i>Черный А.В.</i>	286
Алгоритм автоматического аннотирования текстов на естественных языках с использованием семантических сетей	
<i>Губин М.Ю.</i>	288
Сложность формализации признаков при распознавании образов в задачах медицинской диагностики	
<i>Минина И.Н.</i>	290
Программная реализация контроля знаний студентов	
<i>Данилюк В.А.</i>	292
Коллективное редактирование онтологий в распределенной системе	
<i>Заикин И.А.</i>	294
Быстрая разработка макетов WEB сайтов	
<i>Кашлаков И. А.</i>	296
Язык описания тестовых заданий по математике	
<i>Положий А.Ю.</i>	298
Разработка технологии и инструментальных средств реализации электронных сделок для информационного портала казахстанского содержания	
<i>Шкарпетин А.В.</i>	300
Архитектура повсеместной вычислительной сети с использованием семантических технологий	
<i>Тузовский Ф.А.</i>	302
Разработка программного комплекса "Учет исходящих звонков"	
<i>Устинова О.С.</i>	304
Принятия решений на фондовом рынке с использованием онтологического моделирования	
<i>Пак В.Л.</i>	306
Информационная система Научно-технической библиотеки ЮТИ ТПУ	
<i>Маркелова Е.В.</i>	308
Автоматизация проектирования отчетов с использованием онтологического подхода к синтезу запросов	
<i>Кульшиев П.В.</i>	310
Интеграция БД с использованием SEMANTIC WEB	
<i>Мозалева П.И.</i>	312

СЕКЦИЯ 1

МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ СИСТЕМЫ, КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕССОРА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ OFDMA РЕЖИМА

Думнова Е. А., Грицутенко С. С.
ФГУП Омский НИИ Приборостроения
lizadumnova@mail.ru

OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) – это многостанционный доступ с ортогональным частотным разделением каналов, использующийся при реализации технологии Mobile WiMAX по стандарту IEEE 802.16e-2005 [1]. Для построения систем на базе OFDMA предусмотрено использование лицензируемых и нелицензируемых диапазонов частот ниже 11 ГГц [2]. Метод OFDMA реализуется путем выполнения быстрого преобразования Фурье (БПФ). Применение OFDMA позволяет разделить частотный диапазон на каналы таким образом, что спектры передаваемых сигналов по этим каналам перекрываются, но остаются ортогональными. Это следует из того, что каждая поднесущая содержит целое число колебаний на период передачи одного символа [3]. Одним из важнейших критериев выбора процессора для цифровой обработки сигналов является необходимое количество разрядов при выполнении арифметических операций или, говоря другими словами, разрядность процессора. Число разрядов, необходимых для обработки OFDMA-сигнала, определяют: динамический диапазон исходного сигнала плюс ослабление сигнала в канале и шум, возникающий в результате округлений при выполнении БПФ.

Рассмотрим динамический диапазон исходного сигнала с модуляцией BPSK. Как известно, этот сигнал может быть представлен в виде

$$x(t) = \sum_{k=-\frac{N}{2}}^{\frac{N}{2}-1} A_k \cos\left(\left(k\Delta\omega + \omega_0 + \frac{\Delta\omega}{2}\right)t\right),$$

где N – количество поднесущих; $\Delta\omega$ – частотный сдвиг между двумя соседними поднесущими; ω_0 – основная несущая (центральная частота); A_k – может принимать значения только 1 и -1. После дискретизации $x(t)$ мы получаем последовательность

$$x(n) = \frac{A_0}{\sqrt{2}} + \sum_{k=1}^{N-1} A_k \cos\left(\frac{2\pi}{N} kn\right).$$

Оценим, в каком диапазоне могут меняться значения $x(n)$. Очевидно, что модуль максимального значения $x(n)$ меньше N (если быть точным, максимальное значение $x(n)$ равно $N-1 + \frac{1}{\sqrt{2}}$). С учетом знака получаем $2N$.

Модуль минимального (не нулевого) значения, которое определяет шаг цифро-аналогового преобразования должен быть меньше 1. Это верхняя оценка. Следовательно, количество двоичных разрядов для адекватного представления $x(n)$ должно составлять величину не меньшую, чем

$$R = \log_2 2N. \quad (1)$$

Обычно независимые синусоидальные сигналы складываются среднеквадратично. Поэтому, если исключить из множества $\{A_n\}$ маловероятные комбинации, то формулу (1) можно переписать так:

$$R = \log_2 \sqrt{2N} = \frac{1}{2} \log_2 2N.$$

По формуле Шеннона для пропускной способности канала вычислим количество двоичных разрядов (или бит информации), необходимых для представления дискретизированного сигнала в единицу времени:

$$C = \Delta F \log_2 \left(1 + \frac{P_c}{P_w}\right) \approx \Delta F \log_2 \frac{P_c}{P_w} = \Delta F \log_2 \frac{\bar{x}^2}{\bar{n}^2} = \Delta F \log_2 S^2, \quad (2)$$

где ΔF – значение полосы пропускания канала связи; P_c – средняя мощность сигнала; P_w – средняя мощность шума; \bar{x} – среднее квадратичное значение амплитуды сигнала; \bar{n} – среднее квадратичное значение амплитуды шума; S – отношение сигнал/шум. Из формулы (2) выразим отношение сигнал/шум:

$$S = 2^{\frac{C}{2\Delta F}}.$$

Предположим, что соотношение сигнал/шум для двоичной фазовой манипуляции BPSK нам известно и равно S . Пропускная способность канала для этого режима равна C . Если использовать квадратурную фазовую манипуляцию QPSK, то чтобы обеспечить такое же количество ошибок на один бит передаваемой информации при увеличении пропускной способности канала в 2 раза (количество передаваемых бит увеличивается в 2 раза), необходимо увеличить соотношение сигнал/шум.

Соотношение сигнал/шум должно измениться следующим образом:

$$2^{\frac{(2C)}{2\Delta F}} = \left(2^{\frac{C}{2\Delta F}}\right)^2 = S^2.$$

При использовании квадратурно-амплитудной модуляции 16QAM или 64QAM количество передаваемых бит увеличивается в 4 и в 6 раз соответственно. Динамический диапазон для сигнала QPSK в 2 раза выше, чем динамический диапазон для сигнала BPSK. Для сигнала 16QAM и 64QAM динамический диапазон увеличивается в 4 и 6 раз соответственно. Необходимое число разрядов для этих сигналов в зависимости от числа поднесущих представлено в таблице 1.

Таблица 1. Количество бит для представления сигналов с различными видами модуляции

Число поднесущих, R	Вид модуляции			
	BPSK	QPSK	QAM-16	QAM-64
128	4	8	16	24
256	4,5	9	18	27
512	5	10	20	30
1024	5,5	11	22	33

Рассмотрим ослабление сигнала в канале в диапазоне частот ниже 11 ГГц. В силу того, что стандарт предназначен для мобильного доступа, абонент может находиться как на расстоянии 300 метров от базовой станции, так и в трёх километрах от неё. Естественно, при такой разнице в расстоянии (в 10 раз) уровень сигнала может сильно меняться от одной точки приема до другой. Существует множество методик расчёта ослабления радиосигнала. Выбор конкретной модели, описывающей распространение радиоволн, существенно зависит от частоты несущей, высоты подвеса передающей и приемной антенн, окружающего пространства. При выполнении расчётов потерь распространения сигнала в условиях города по методике Хата [4] выяснилось, что значение ослабления сигнала при расположении абонента в 300 м и 3 км от базовой станции различается на 51,5 дБ. Такую разницу нельзя не учитывать. В таблице 2 представлено необходимое количество бит для цифровой обработки сигнала в режиме OFDMA с учётом ослабления сигнала.

Таблица 2. Необходимое количество бит для цифровой обработки сигнала в режиме OFDMA

Характеристика	Необходимое количество бит				
Число точек БПФ	128	256	512	1024	2048
Ослабление, дБ	54	54	54	54	54
Число бит	9	9	9	9	9
Биты на помехи округления	3,5	4	4,5	5	5,5

Помехи, которые возникают при округлении чисел при выполнении арифметических операций цифровой обработки сигнала, также следует принимать во внимание. На каждые две стадии БПФ приходится учитывать примерно 1 дополнительный бит. Из таблиц 1 и 2 видно, что 16-разрядного процессора будет недостаточно для реализации режима OFDMA. Например, при выполнении демодуляции QPSK на 1024 точки понадобится 25 бит. Следовательно, необходимо использовать 32-битную арифметику. Для режима OFDMA используются профили с разным значением ширины полосы пропускания (таблица 3). Эти значения определены стандартом IEEE 802.16e-2005. По значению ширины полосы пропускания можно вычислить частоту дискретизации сигнала. Частота дискретизации сигнала F_s , согласно теореме Котельникова,

должна выбираться так, чтобы превышать в два раза значение ширины полосы пропускания канала ΔF . Число точек или размер БПФ также варьируется в зависимости от профиля режима OFDMA. Число тактов процессора $N_{\text{такт}}$, которое можно затратить на обработку одного отсчёта, можно вычислить по выражению

$$N_{\text{ТАКТ}} = \frac{F_{\text{mDSP}}}{F_s},$$

где F_{mDSP} – тактовая частота процессора; F_s – частота дискретизации сигнала. Число тактов на обработку одной точки FFT $N_{\text{тактFFT}}$ оценивается по экспериментальным данным. Сравнив значения $N_{\text{такт}}$ и $N_{\text{тактFFT}}$ и зная тактовую частоту процессора, можно определить необходимое число ядер процессора для выполнения БПФ при использовании определённого профиля. Результаты вычислений всех вышеперечисленных характеристик представлены в таблице 3 для случая тактовой частоты процессора, равной 300 МГц.

Таблица 3. Характеристики режима OFDMA

Параметр	Значение					
ΔF , МГц	1,25	3,5	5	8,75	10	20
F_s , МГц	2,5	7	10	17,5	20	40
N_{FFT}	128	256	512	1024	1024	2048
$N_{\text{такт}}$	120	42,9	21,4	17,1	15	7,5
$N_{\text{тактFFT}}$ (на ядро)	14 ¹	15,8	16,6 ¹	19,5	19,5	20,5 ¹
Нужно ядер	1	1	1	2	2	3

¹ – по экспертной оценке, выполненной в Омском государственном университете путей сообщения.

По результатам представленных в статье вычислений, оценки и рассуждений можно сделать вывод, что для реализации OFDMA-режима с учётом необходимого количества бит и выполнения БПФ различного размера необходим процессор с как минимум двухъядерной архитектурой (таблица 3) и разрядностью 32 (таблицы 1 и 2), при условии тактовой частоты процессора, равной 300 МГц.

Литература

1. IEEE 802.16e-2005 IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks. Part 16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems. – IEEE, 28 February 2006, с 2-3.
2. Шахнович, И. Стандарт широкополосного доступа IEEE 802.16 для диапазонов ниже 11 ГГц. – ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 2005, №1
3. <http://www.wikipedia.org>
4. Шабунин, С.Н. Распространение радиоволн в мобильной связи. Методические указания по курсу “Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства в системах мобильной связи” / С.Н. Шабунин, Л.Л. Лесная. – Екатеринбург: УГТУ, 2000, с 29-30.

ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ МОДУЛЕЙ НАВИГАЦИОННОЙ АППАРАТУРЫ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ГЛОНАСС

Э.Я. Колин, О.В. Непомнящий, М.В.Одинцов
Сибирский Федеральный Университет
Институт Космических и Информационных Технологий
multiple88@mail.ru

Спутниковая навигация – необходимый компонент современных средств телекоммуникаций, транспорта, мониторинга, систем безопасности и т.п.

Можно с уверенностью утверждать, что основной проблемой ГЛОНАСС является задача развертывания созвездия. Однако на сегодняшний день уже 16 из 24 навигационных космических аппаратов (НКА) действуют и 3 находятся на этапе ввода в систему [1].

Наряду с проблемами развертывания ГЛОНАСС существует серьезная проблема проектирования ГЛОНАСС - чипов. Сегодня нашей стране они практически не производятся. Российские центры проектирования микроэлектронной аппаратуры не в состоянии конкурировать с зарубежными разработчиками, которые работают на проектных нормах 0,09—0,065 мкм и ниже. Такая технология необходима для создания малопотребляющего, высокопроизводительного ГЛОНАСС - приемника типа “система в корпусе” (System in Package, SiP). Ведущие мировые электронные компании давно уже работают с GPS-чипами на основе сверхбольших интегральных схем (СБИС) типа “система на кристалле” (System on Chip, SoC)[2].

Приемники GPS и «ГЛОНАСС» существенно различаются по их технической реализации. Первые используют более широкую полосу частот, чем GPS-устройства. В системе GPS применяется кодовое разделение каналов, благодаря чему все спутники излучают C/A-коды на общей несущей частоте 1575,42 МГц (L1). Частотное разделение каналов в «ГЛОНАСС» обуславливает излучение сигналов на разных несущих в диапазоне 1598,0625—1615,5 МГц (L1). Отсюда — в этих системах задействуются разные аппаратура формирования и алгоритмы обработки фазовых измерений.

В этом ключе система в корпусе, состоящая из нескольких СБИС отходит на второй план, а главную роль играет однокристалльная SoC. Российские приемники, изготавливаются в виде микросборок типа система в корпусе на основе зарубежных ЧИПов и практически не предназначены для автономных мобильных устройств [2]. Более того такие модули должны быть недопустимы к применению в военных и стратегических целях.

Основные модули этих приемников выполняются в виде заказных СБИС с дополнительными интерфейсными схемами. Таким образом, проблемы связанные с технологией производства системы на кристалле здесь выходят на первый план.

В общем случае источником сигнала для такого приемника является антенна, посредством которой электрический сигнал поступает на RF радиоприемник с функцией оцифровки сигнала (Рис. 1).

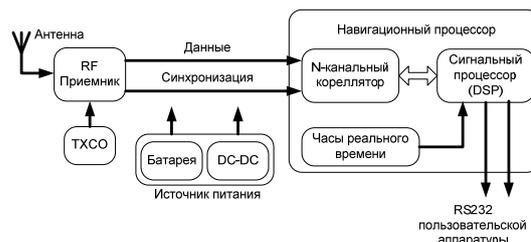


Рис. 1. Приемник ГЛОНАСС

Вторая часть – навигационный процессор, реализованный на заказных СБИС, который выполняет функции слежения за сигналом и его обработку. Также в этот модуль входит связной модем асинхронного обмена данными с пользовательской системой, куда передаются определенные координаты, рассчитанные скорости и углы. Пользовательские приложения формируют на основании полученных данных решения, согласно предназначения данного приемника или системы в целом.

На сегодняшний день ведущие аналитики в данной области пришли к единому мнению, что совместное использование нескольких навигационных систем – является одним из наиболее обоснованных методов решения проблемы точности навигации [3]. Это означает, что процессорное ядро должно содержать как минимум два канала параллельной обработки информации, например GPS и ГЛОНАСС. Действительно, такой подход не только оправдал себя, но и отлично зарекомендовал на пользовательском рынке навигационных услуг. Сегодня SiP производимые ведущими мировыми и Российскими компаниями используют как минимум две означенных системы. Более того, анонсированы ЧИПы с поддержкой Американской GPS, Европейской Galileo и Российской ГЛОНАСС [4]. Ведутся работы в области четырехканальных систем.

Дело в том, что система ГЛОНАСС изначально проектировалась и создавалась без учета проблемы обеспечения совместимости с GPS и другими системами. Изменения в политике использования глобальных спутниковых систем, а также объективная необходимость использования GPS-сигналов в отсутствие собственной полноценной орбитальной группировки поставила необходимость внесения корректировок в ряд изначально заложенных идей [1].

Существуют серьезные проблемы в синхронизации принципиально различных шкал времени, используемых в системах GPS и ГЛОНАСС. В частности, добавление целой секунды к шкале времени, периодически производящееся в системе ГЛОНАСС, приводит к значительному усложнению логики работы пользовательских приемников. Означенная проблема будет увеличиваться при подключении дополнительных систем. Значит расширение каналов приемника, например GPS, ГЛОНАСС, Galileo и Бэйдоу потребует как минимум четырехкратного увеличения вычислительных мощностей процессорного блока.

Разумеется, что интегрированные процессора обработки данных потребуют новых подходов к проектированию. И здесь в первую очередь требуется найти решение проблемы по сокращению сроков выполнения проекта.

Решение означенной проблемы лежит в областях высокоуровневого проектирования микропроцессорных систем со сложной многопроцессорной структурой. Здесь необходимо применение готовых «отработанных» блоков описания аппаратуры, например модулей интеллектуальной собственности IP (Intelligent Property Core). Причем не только IP - процессорных блоков, но и модулей цифровой логики. На сегодняшний день на рынке присутствуют программные IP-блоки (soft blocks) — блоки, специфицированные на языке описания аппаратуры, схемотехнические блоки (firm blocks) — блоки, специфицированные на схемотехническом уровне, без привязки к конкретной топологической реализации и физические (топологические) блоки (hards blocs) — блоки, специфицированные на физическом уровне реализации СБИС.

Сегодня Российскими производителями закупаются интеллектуальная собственность зарубежных корпораций в виде модулей IP. Затем, на базе зарубежных СБИС с программируемой логикой, проектируется SoC - GPS/ГЛОНАСС чип и на его основе строится SiP для нужд ГЛОНАСС. Но состав спроектированных устройств (архитектурные и схемотехнические решения, микроэлектроника) не являются отечественной разработкой, что в свою очередь чревато использованием таких модулей в крупномасштабных и стратегических целях.

Решение этой проблемы необходимо начинать с накопления опыта проектирования чипов технологических размеров 90 и 60 нм, создания школы высококвалифицированных специалистов в области проектирования и программирования чипов, что позволит осуществить наработки собственных баз IP – модулей.

Для успешного воплощения решений проблем требуется значительно расширить вычислительные возможности приемной аппаратуры. Здесь требуется переход на качественно новый уровень производства ГЛОНАСС – чипов. Сам чип должен представлять

собой мультипроцессорную систему на кристалле способную на высокой скорости производить параллельные вычисления и обработку сигнала от 4-5 навигационных систем имеющих в своем составе по 24 спутника. Его энергопотребление не должно превышать 40мВт на максимальной тактовой частоте, отсюда технология производства должна быть основана не менее чем на 40 нм - архитектуре, что в свою очередь позволит создавать миниатюрные устройства способные функционировать не только в приемниках массового пользования, но и быть имплантированными в живой организм. Структура и состав такого приемника приведена на рис. 2.

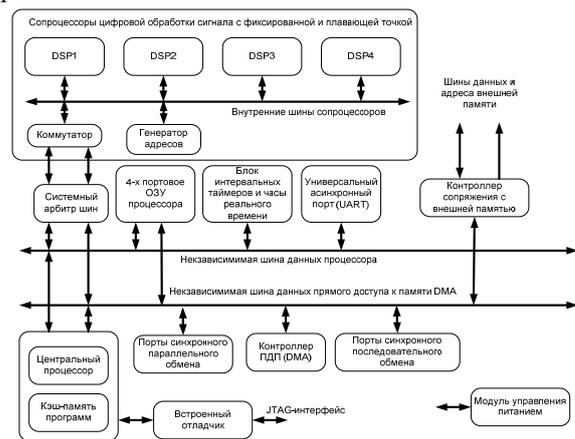


Рис. 2. Интегрированный навигационный процессор параллельной обработки сигнала
Заключение

Наряду с решением означенных задач требуется также добавление новой частоты в сигналах GPS и введение навигационных сигналов на геостационарных спутниках, запуск и подключение отечественной аппаратуры к Европейской спутниковой навигационной системе Galileo. Разработка и внедрение наземных устройств и приемников, комбинированных с инерционными и оптическими навигационными приборами, создание приемников работающих внутри помещений и т.д.

Литература

1. И.Н.Барабанов, Межпредметный семинар МИФИ, 29.10.08. «Спутниковые навигационные системы GPS и ГЛОНАСС».
2. В.Немудов, И.Корнеев «Микросхемы для телекоммуникационной аппаратуры. Нужны ли отечественные разработки?». Электроника, наука, технология, бизнес. №6, 2008 г. С. 26-31.
3. В. Свириденко «ГЛОНАСС и аппаратура потребителей: сегодня и завтра», CHIP NEWS, № 4 (127), 2008 г. С. 27-30.
4. И. Корнеев, В.Немудов, О.Лагутин, В. Польщиков, «Специализированная СБИС типа «система на кристалле», навигационного приемника ГЛОНАСС/GPS», Электронные компоненты № 4, 2007 г. С.81-85.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ ОБРАБОТКИ, АНАЛИЗА И ВОССТАНОВЛЕНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Балашов М.А., Ботыгин И.А.

Томский политехнический университет
mabalashov@sibmail.com

В условиях современного общества, диктующем все большую ценность прогрессивно возрастающих объемов информации, важность своевременной и корректной ее обработки неуклонно растет. Эта тенденция не оставила в стороне исследователей природных явлений, получающих измерительные данные в натурных экспериментах и полевых испытаниях. Не всегда подобная информация готова для непосредственной математической обработки (из-за ошибок в представлении данных, из-за несоответствия форматов представления данных и прочих факторов). В настоящем докладе описывается программный интерфейс, предоставляющий собой универсальное серверное приложение для систематизации, хранения, обработки, восстановления и анализа различных видов измерительных данных.

Разработанный интерфейс представляет из себя веб-приложение, состоящее из сервлета и апплета. Апплет, загружается браузером с веб-страницы и работает на машине клиента, обеспечивая пользователю удобный инструмент для работы с данными. Сервлет же, в свою очередь, обрабатывает полученные от апплета пользовательские запросы и обращается напрямую к базе данных.

Такой принцип работы веб-приложения подразумевает возможность работы с различными

хранилищами измерительной информации, зачастую разбросанными в пространстве (географически распределенные базы исходных данных).

Веб-приложение является кроссплатформным, что является важным фактором в современных реалиях. Для запуска приложения пользователю необходим лишь современный браузер и предустановленная в систему виртуальная Java-машина, которая поддерживается на всех известных платформах.

При переполнении централизованной базы данных сервера инициируется процедура подключения дополнительного хранилища, в котором будут храниться вновь поступившие измерительные данные. Сам факт хранения данных физически в разных местах скрыт от рядового пользователя. При этом предоставляется доступ ко всей централизованной базе данных без затраты дополнительных усилий на поиск востребованных данных во множестве хранилищ (рис. 2).

При разработке сервлета было уделено особое внимание многопоточности, позволяющей работать с приложением множеству пользователей одновременно, число которых ограничивается лишь техническими характеристиками сервера.

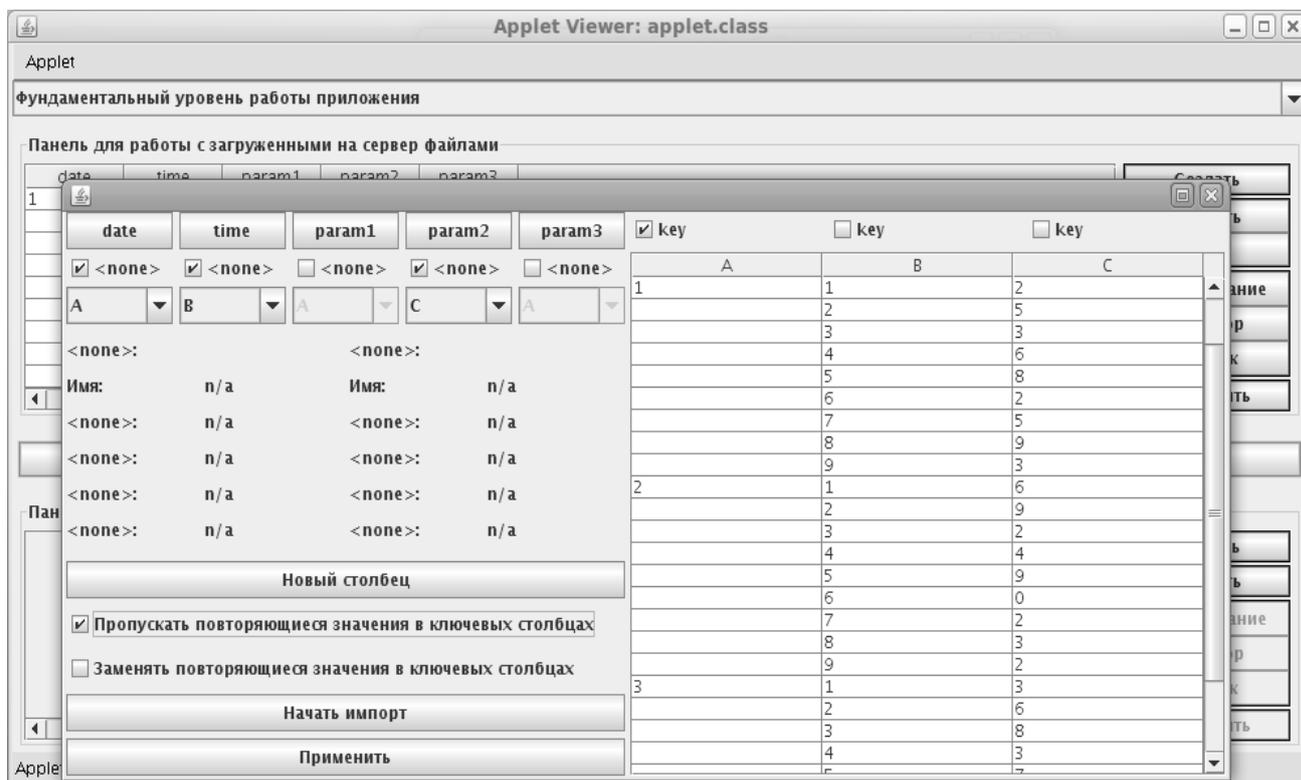


Рис. 1. Интерфейс импорта данных из фундаментального уровня в исследовательским



Рис.2. Структура серверного веб-приложения

Класс сервлета реализует интерфейс Single-Thread-Model. Таким образом, при одновременном поступлении нескольких запросов, на каждый из них создается новый экземпляр сервлета с необходимым набором переменных.

Целостность базы измерительных данных, обеспечивается поддержкой транзакций, исключающих возможность повреждения информации в результате многопользовательской работы. Учитывая факт возможности работы в комплексе множества пользователей, нельзя забывать о необходимости разделения прав их учетных записей, чтобы предотвратить несанкционированный доступ к базе данных и, как следствие, утечку конфиденциальной информации. Обеспечивается разделение прав пользователей на

такие категории, как администратор, исследователь и оператор, каждая из которых имеет определенный набор привилегий, который, конечно, при необходимости можно гибко настроить.

Отличительной особенностью данного приложения является многоуровневость исследовательской базы данных, значительно повышающей целостность и достоверность хранящихся данных. База данных делится на два уровня: фундаментальный и исследовательский. Сами измерительные данные поступают на сервер в виде файлов, которые после проверки импортируются в базу данных фундаментального уровня, затем после более тщательной проверки — в базу исследовательского уровня. На данный момент для импорта поддерживаются только файлы в формате *.csv, но в дальнейшем будет включена поддержка и других популярных форматов, таких, как *.xls. При реализации интерфейса импорта данных упор делался на гибкость настройки и удобство пользователя, что позволило обеспечить возможность полного контроля над процессом добавления полученной информации в базу данных (рис. 1).

Также, в приложении имеется возможность наглядного представления информации в виде графиков (рис. 3), с возможностью изменения значений при помощи манипулятора «мышь» и автоматической корректировки и восстановления пропущенных данных, чтобы оградить пользователя от ручной проверки больших объемов информации. Под восстановлением пропущенных в результате всевозможных сбоев со стороны аппаратуры данных подразумевается применение стандартных алгоритмов интерполяции и экстраполяции данных.

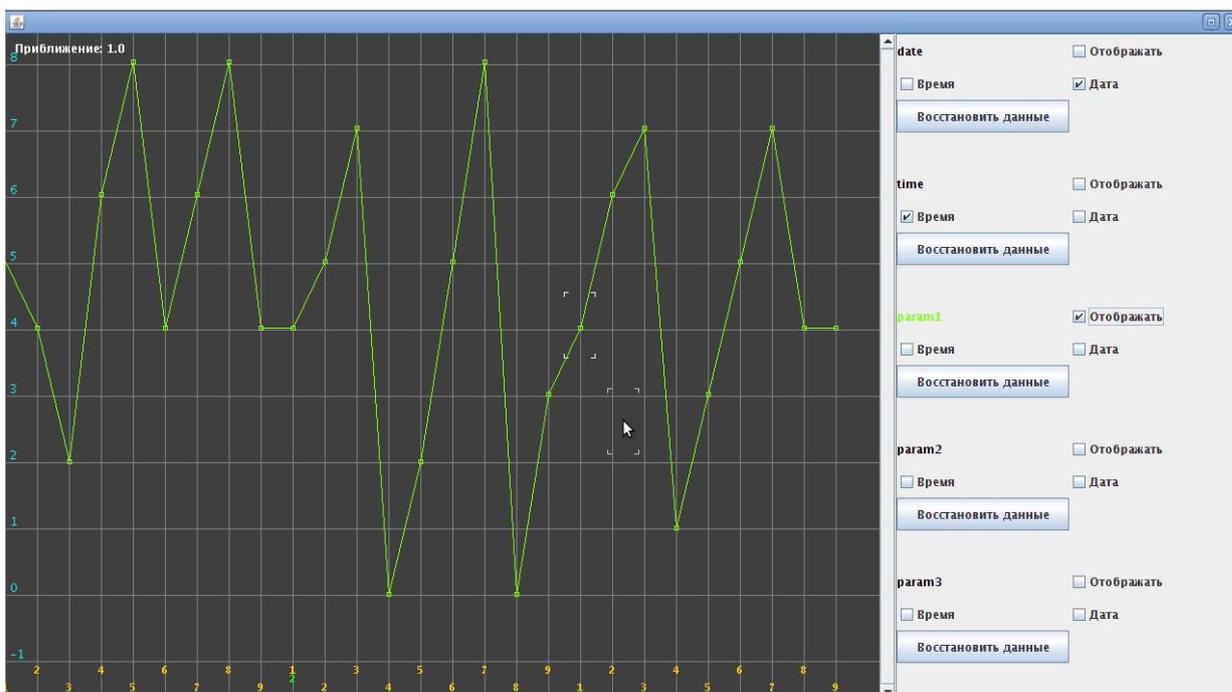


Рис. 3. Интерфейс редактирования информации в виде графиков

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС УДАЛЁННОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕМ

Костяной Ю.А., Степанов А.Д., Забелина Н.А.
Читинский государственный университет
znal@mail.ru

Введение

Для любого предприятия актуальной проблемой является процесс автоматизации, в том числе и автоматизация управления электрооборудованием. Для каждого предприятия характерен свой класс задач, связанный с использованием электрооборудования: управление технологическими процессами, сигнализацией, системами оповещения [1]. Все это можно отнести к системам управления коммутациями.

Существует две основных проблемы при управлении коммутационными сетями. Одной из них является человеческий фактор. Для управления каким-либо процессом существует терминал, посредством которого человек оказывает управляющее воздействие на систему. Таким образом, ошибка в действиях оператора может повлечь за собой нарушение технологического процесса. В некоторых случаях, от оператора зависит своевременность выполнения операций, что требует от него непрерывного контроля над процессом. Но в результате долгой работы, человеку свойственно снижение бдительности и реакции, что может привести к ошибкам. С увеличением числа контролируемых приборов, либо при усложнении технологического процесса, оператору труднее осуществлять свои функции. В результате ошибочные действия персонала могут привести к сбоям в работе системы. Трудоемкими операциями являются своевременный поиск и устранение неисправностей в системе управления оборудованием. Чтобы выяснить, почему происходит неполадка в системе, необходимо проверить все оборудование на работоспособность [2].

Второй проблемой является необходимость переоборудования предприятия под новые задачи, усложнение или изменение технологических процессов в производственных системах, связанных с электрооборудованием. Если коммутационная сеть создана для решения конкретной задачи, то любое изменение может привести к невозможности дальнейшего его использования [3].

В результате предприятие вынуждено использовать новое коммутационное оборудование, что влечет за собой большие финансовые потери. Существует универсальное дорогостоящее оборудование, подходящее для решения большого спектра задач. Однако оно не доступно для малого и среднего бизнеса, и поставляется только крупным предприятиям, которые способны оплатить его стоимость.

Нарастает необходимость в создании более дешевых аналогов.

В своей работе мы предлагаем одно из решений данного вопроса - программно-аппаратный комплекс мониторинга и управления коммутациями, который позволяет управлять коммутациями вне зависимости от их характера, обладает низкой себестоимостью и является эффективным средством решения поставленных проблем.

Условно комплекс должен содержать две тесно взаимодействующие, но самостоятельные части:

- аппаратная часть;
- программная часть.

Именно такой дуальный подход к созданию комплекса должен обеспечить оптимальное соотношение между его стоимостью и эффективностью работы.

Аппаратная часть комплекса

В ходе разработки аппаратной части главной целью являлось создание устройства, посредством которого вычислительная техника может управлять электрическими сетями, так как рабочие станции и серверы, как правило, не имеют в своем составе данного оборудования. Схема взаимодействия управляющего компьютера, коммутационного устройства и электрической цепи представлена в соответствии с рисунком 1.

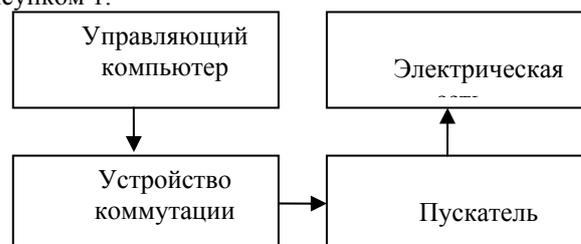


Рис. 1. Схема взаимодействия компьютера с электрической сетью на аппаратном уровне

В схеме присутствует такой элемент как пускатель. Это устройство позволяет снизить нагрузку на коммутирующее устройство, что обеспечит использование его в высоковольтных сетях [4].

Логически устройства комплекса можно разбить на блоки, каждый из которых имеет собственное функциональное предназначение. Общая структура устройств выглядит в соответствии с рисунком 2.

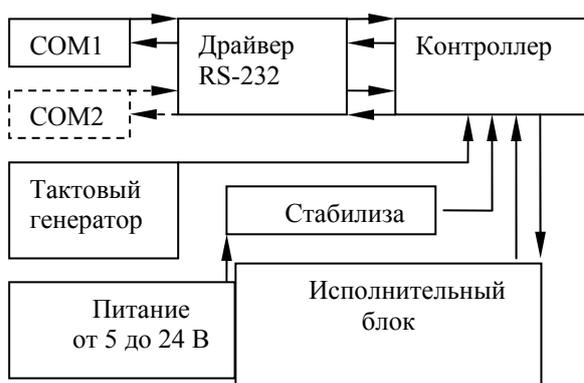


Рис. 2. Общая структура устройств

Такое аппаратное решение даёт следующие преимущества:

- низкая себестоимость аппаратной части комплекса;
- открытая архитектура и возможность дальнейшего расширения функциональности аппаратной части комплекса;
- использование дешевого, общедоступного, простого в реализации интерфейса RS-232;
- поддержка сегментной древовидной структуры организации группового подключения устройств.

Программная часть комплекса

Однако возможности даже столь удачного аппаратного решения могут быть расширены и выведены на более высокий, сетевой, уровень, с помощью ряда программ взаимодействия управляющего компьютера и устройства коммутации.

Программное обеспечение состоит из нескольких подсистем, взаимодействующих между собой:

- Reactor - система приема, передачи, выполнения сетевых команд;
- Time - подсистема генерации команд по расписанию;
- Device - подсистема взаимодействия с устройствами;
- Shell - программа-оболочка для Device;
- Monitor - подсистема визуального контроля и управления;
- Config - конфигуратор подсистемы визуального управления;
- Log - подсистема регистрации событий системы;
- Analiz - программа анализа событий системы.

Каждая из вышеперечисленных утилит является самостоятельной программой и имеет возможность выполнять свои функции в автономном режиме. Такой подход к программному обеспечению позволяет обеспечивать одновременную работу в различных режимах, с параллельной обработкой потоков команд, что существенно увеличивает

производительность аппаратной части комплекса, успешно справляется с проблемой устранения человеческого фактора при работе с электрооборудованием и даёт следующие возможности:

- возможность тонкой настройки работы оборудования при помощи программного конструктора;
- возможность дальнейшего расширения функциональности программной части комплекса;
- простой интуитивно понятный интерфейс;
- возможность расширения функциональности комплекса за счет добавления пользовательских DLL-библиотек;
- поддержка WIN-SOCKET;
- мониторинг работы комплекса в реальном времени;
- поддержка log-файлов;
- возможность взаимодействия управляющего компьютера с другими станциями и программами.

Заключение

В данной работе была поставлена задача создания комплекса, который был бы способен охватить широкий спектр задач, связанных с мониторингом и управлением коммутациями.

В итоге создан комплекс, который позволяет выполнять такие операции, как мониторинг и анализ состояния электрических линий и различных датчиков, возможность задания управляющих действий со стороны оператора, коммутирование электрооборудования. Управление комплексом осуществляется при помощи компьютера. Для этого был разработан ряд программ, которые взяли на себя такие функции, как: построение логической коммутационной сети посредством программного конструктора либо скриптового языка, тестирование оборудования на исправность, возможность приема и передачи управляющих сигналов, опрос состояния оборудования, удаленное управление системой с использованием компьютерных сетей.

Литература

1. А. М. Батков, И. Б. Тарханов, Системы телеуправления. – М.: Машиностроение, 1971.- 192 с.
2. Абрамова Н.А., Гинсберг К.С., Новиков Д.А., Человеческий фактор в управлении – М.: КомКнига, 2006.- 496 с.
3. Экономика предприятия: Учебник/ Под ред. проф. Н.А. Сафронова. - М.: "Юристъ", 1998. - 584 с.
4. Попов В.П., Основы теории цепей. – Сп.-б.: Высшая школа, 1985.- 495 с.

КОНВЕЙРНАЯ МОДЕЛЬ МНОГОЗВЕННОГО ТРАКТА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯМИ

Владимиров Д.В., Мочалов Д.В., Рябко О.Н
Северо-Кавказский государственный технический университет
kafasoiu@stv.runnet.ru

1. Постановка задачи

Будем считать, что неоднородное виртуальное соединение состоит из D звеньев передачи данных, сообщение включает $N > 1$ пакетов, задержка пакета $\tau_d, d = \overline{1, D}$. Передача потока пакетов на d -ом этапе пути совмещена с передачей $(N-1)$ пакета на $(d-1)$ участке. Каждый поток создает нагрузку $Y_{i,k} = \lambda_{i,k} T_{i,k}$, где k -приоритет элементарного потока. Необходимо найти полную задержку сообщений при передаче по всему виртуальному соединению.

2. Решение задачи

Полной характеристикой такой системы будет время пребывания сообщения в системе, которое складывается из двух составляющих: времени ожидания в очереди и времени обслуживания. Случайный поток сообщений, поступающих в сеть, можно представить в виде суммы отдельных элементарных потоков коммуникационных приложений с различными приоритетами, имеющих интенсивность λ и время передачи T . Таким образом, каждый поток создает нагрузку

$$y_{i,k} = \lambda_{i,k} T_{i,k}.$$

Время задержки в очереди на передачу определяется по следующей формуле [1]:

$$T_{i,k} = \frac{\partial_\alpha}{1 - \partial_\alpha} + \frac{\frac{1}{2} \sum_{i=1}^m y_{i,k} T_{i,k}}{(1 - \partial_{k-1})(1 - \partial_k)} - \frac{\frac{1}{2} \sum_{i \in \beta} y_{i,k} T_{i,k}}{(1 - \partial_{k-1})(1 - \partial_k)},$$

(1) где $T_{i,k}$ - среднее время ожидания в очереди сообщения k -го приоритета; $\partial_k = \sum_{i=1}^k y_{i,k} T_{i,k}$ - время передачи сообщения; $\partial_\alpha = \sum_{i \in \alpha} y_{i,k}$ -

множество приоритетов от 1 до $k-1$, которые могут прерывать передачу сообщений k -го приоритета; β - множество сообщений приоритета от $k+1$ до m , передача которых может быть прервана сигналами k -го приоритета; m - общее множество приоритетов.

Первый член выражения (1) определяет дополнительную задержку, которая может иметь место в случае прерывания передаваемых сообщений сообщениями более высокого приоритета, а третий член - уменьшение времени передачи из-за прерывания сигналов более низкого приоритета. Если передача сообщений происходит без прерывания (с относительным приоритетом), то первый и третий члены равны нулю.

При большом количестве ошибок в канале связи длительность передачи нельзя считать постоянной. Она должна рассматриваться как

дискретная случайная величина, задаваемая ступенчатой функцией распределения с переменными T_l и P_l . Тогда $T_i = \sum_l l P_l P_l$.

Дисперсия времени передачи и коэффициент вариации определяются по формулам [2]:

$$\left. \begin{aligned} D(T_i) &= T_i^2 \left[\sum_l l^2 P_l - \left(\sum_l l P_l \right)^2 \right] \\ U_i^2 &= \frac{DT_i}{T_i^2} \end{aligned} \right\}$$

Время передачи сообщения k -го приоритета по каналу связи $T_{ik} = \frac{L_i}{U}$, где L_i - длина i -го сообщения; U - скорость передачи.

При использовании групповой блочной проверки величина задержки сообщения T_r определяется следующим образом [3]:

$$T_r = t_3 + t_d + \frac{L - L_c}{2U} + \frac{L_c}{U},$$

где L_c - длина проверочного кода в конце блока;

L - полная длина блока; t_3 - задержка сигнала в модеме; t_d - время декодирования сообщения.

Появление данной задержки связано с тем, что принятые сообщения должны храниться в буферной памяти приемника до тех пор, пока не будет принят весь блок.

Для перехода к циклическому режиму передачи рассмотрим систему передачи данных, работающую следующим образом. Информационные сообщения постоянной длины T передаются по каналу связи. После передачи каждого информационного сообщения передается "пустое" или синхронизирующее сообщение длины $T_{сум}$. За время передачи "пустого" сообщения по обратному каналу поступает сигнал подтверждения или переспроса переданного сообщения. При поступлении сигнала переспроса информационное сообщение передается через время $T_{сум}$ повторно. В отсутствии очереди на передачу непрерывно передаются "пустые сообщения". Функция распределения времени ожидания для этой системы имеет вид $F_y = F_T(t) - F_{T_{сум}}(t)$, где $F_{T_{сум}}(t) = 0$ при $t < T_{сум}$; $F_T(t - T_{сум}) = 1$ при $t \geq T_{сум}$. В свою очередь [3]:

$$F_T(t) = \frac{1 - \lambda \tau}{\lambda T_{сум}} \sum_{i=0}^z \sum_{j=1}^z \sigma_{ij} \left[e^{\lambda(t-i\tau)} \sum_{\eta=0}^z (-1)^\eta \frac{\lambda^\eta (1-i\tau)^\eta}{\eta!} - 1 \right],$$

где $\tau = T + T_{сум}$.

Системы передачи данных с непрерывным режимом и безадресным переспросом можно рассматривать как систему массового

обслуживания того же класса. В этом случае $\tau = T$, и в зависимости от числа блоков, перепринимаемых в процессе передачи, величины P_1, P_2, \dots, P_m будут иметь следующие значения:

$$P_l = \begin{cases} 0 & \text{при } S = \frac{f-1-1}{f} \quad (\text{нецелое}); \\ P & \text{при } S = \frac{f+1-1}{f} \quad (\text{целое}). \end{cases}$$

При непрерывном синхронном режиме передачи, безадресном переспросе, постоянной длине сообщения и реальном канале связи

$$P_n \{F_q > t\} = \frac{1}{\rho} P_a \{T_q > t\}, \quad \text{где } P_a \{T_q > t\} -$$

табулированная величина, рассчитанная по формуле Кроммелина; ρ – загрузка ОКС (в эрлангах). Выражения для функции распределения времени пребывания сообщения в этих условиях равны для аритмичного режима [3]:

$$F_{npa}(t) = \sum_{l=1}^m P_l a F_a [(t + t_n) - l\tau].$$

В этом выражении t_n – временной интервал между окончанием времени передачи сообщения и освобождением канала связи (время ожидания).

Для циклического режима:

$$F_{npц}(t) = \sum_{l=1}^m P_l u F_u [(t + T_c) - l(T + T_c)].$$

Для непрерывного режима:

$$F_{npн} = \sum_{l=1}^m P_{ln} F_n [t - l\tau].$$

Далее найдем время передачи сообщения, включающего $N \geq 1$ фрагментов, по нормально функционирующему виртуальному соединению в фазе переноса данных, учитывая, что $\tau_d = T_{i,k} + T_i, d = \overline{1, D}$ – задержка фрагмента при передаче по d -му звену виртуального соединения. Справедливо следующее соотношение для задержки абонентского сообщения в ненагруженном тракте передачи данных [2]:

$$T(D, N) = \sum_{d=1}^D \tau_d + N \cdot \tau_M,$$

$$\text{где } \tau_M = \max \tau_d, d = \overline{1, D}.$$

Очевидно, что для произвольного звена неоднородного виртуального соединения время между началом передачи одного фрагмента и началом передачи следующего может быть записано так [3]:

$$X_d = \tau_d + G(X_{d-1} - \tau_d), d = \overline{1, D}, X_0 = 0,$$

где

$$G(X) = \begin{cases} X, & X \geq 0; \\ 0, & X < 0. \end{cases}$$

Поскольку передача сообщения по звену с номером $d > 1$ совмещена с передачей $N-1$ пакетов по предыдущему звену, то полная задержка сообщения при передаче по всему виртуальному соединению составит [4]:

$$T(D, N) = \sum_{d=1}^D \left\{ \tau_d + (N+1)X_d - (N-1)X_{d-1} \right\} = \sum_{d=1}^D \tau_d + (N-1)X_D.$$

Теперь для задержки пакета в d -ом звене тракта передачи с учетом введенных ранее обозначений

$$\text{можно записать: } \tau_d = \frac{a_d L}{C_d} + T_d.$$

Здесь T_d имеет смысл времени обработки пакета в узле-приемнике d -го звена передачи данных. Подставляя данное соотношение и

учитывая, что $L = \frac{B}{N} + H$, где B – размер

передаваемого сообщения, получаем:

$$T(D, N) = \sum_{d=1, d \neq M}^D \left\{ \frac{a_d \left(\frac{B}{N} + H \right)}{C_d} + T_d \right\} + N \left\{ \frac{a_M \left(\frac{B}{N} + H \right)}{C_M} + T_M \right\}. \quad (2)$$

Очевидно, что зависимость (2) имеет унимодальный характер от аргумента N , а задержка мультипакетного сообщения в значительной мере определяется звеном виртуального соединения с наибольшим временем передачи.

Выводы

1. Использование технологии разделения типов нагрузки TMN позволяет усилить эффект, достигаемый за счет статистического мультиплексирования.

2. При передаче по однородному виртуальному соединению однородного потока пакетов задержка сообщения не зависит от состава отдельных очередей к выходным каналам связи.

3. Задержка фрагмента сообщения по многозвенным виртуальным каналам с учетом влияния конвейерного эффекта в значительной мере определяется звеном соединительного пути с наибольшим временем передачи и имеет унимодальный характер.

Литература

1. Сущенко С.П. Анализ сквозной задержки сообщения в многозвенном виртуальном канале // Автоматика и вычислительная техника. – 1989. – №3. – с. 52-64.
2. Шварц М. Сети ЭВМ. Анализ и проектирование. – М.: Радио и связь, 1981. – 336с.
3. Тихоненко О.М. Аналог формулы Литгла для систем обслуживания неоднородных требований // Автоматика и телемеханика. 1996. №1. с. 104-108.

ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА УПРАВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ КЛАСТЕРНЫМИ СИСТЕМАМИ.

Бугай А.П., Маколов С.В., Кузьмин Д.А.

Сибирский федеральный университет, Институт космических и информационных технологий.
bugay_anton@mail.ru

Введение

Современные исследования невозможно представить без огромных предварительных вычислений и построения виртуальных моделей. В связи с этим уже практически каждый университет и исследовательский центр использует вычислительные кластерные системы. Количество Российских суперкомпьютеров в рейтинге TOP500 с июня по ноябрь 2009 года увеличилось вдвое, а их суммарная производительность почти в 4 раза.[1]. График роста производительности Российских суперкомпьютеров согласно данным TOP 50 самых мощных компьютеров стран СНГ представлен на рисунке 1.[2].

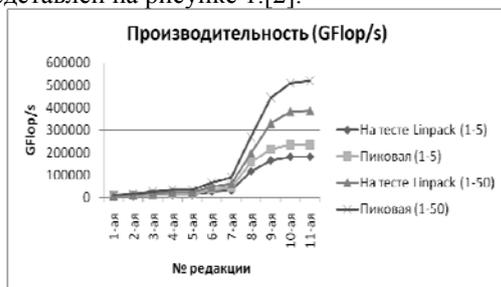


Рис. 1. Производительность Российских суперкомпьютеров TOP50

А что делать тем, у кого нет возможности приобрести законченное программно-аппаратное кластерное решение крупных фирм-поставщиков, а необходимость произвести вычисления с использованием кластера очень велика? Почему нельзя использовать огромное количество простаивающих персональных компьютеров для организации параллельных вычислений? Ведь по сути кластер — группа компьютеров, объединённых высокоскоростными каналами связи, представляющая с точки зрения пользователя единый ресурс.[3].

Общая структура кластера

Общая структура кластерной системы представлена на рисунке 2. В каждой кластерной системе можно выделить вычислительные узлы, сервера управления параллельным дисковым массивом, параллельный дисковый массив, сервера управления вычислительными узлами и удаленного доступа.

Вычислительные узлы — главная составляющая любой кластерной системы. в однородных кластерных системах все узлы одинаковые, на них установлено идентичное программное обеспечение и практически одинаковая конфигурация. В разнородных системах возможно использовать различные архитектуры и различные программные продукты.

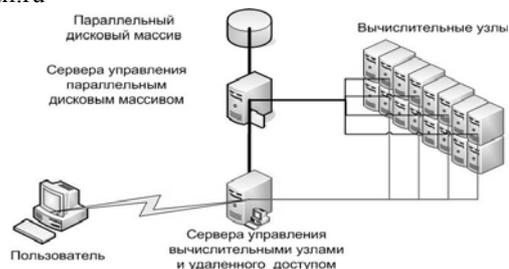


Рис. 2. Общее представление кластерной системы

Сервера управления параллельными дисковыми массивами обеспечивают доступ к общему файловому хранилищу со всех узлов кластера. Это позволяет не хранить копии данных на каждом вычислительном узле, а только одну копию на сетевом хранилище. Существуют специальные файловые системы для организации такого хранилища. Например платный IBM GPFS (General Parallel File System – Общая параллельная файловая система). GPFS отличается от других кластерных файловых систем возможностью одновременного высокоскоростного доступа к файлам для приложений, выполняющихся на нескольких узлах гетерогенного кластера. Помимо возможностей хранения данных, GPFS предоставляет инструменты для управления и администрирования GPFS-кластера. [4] Из свободно распространяемых можно привести pNFS. Это параллельная реализация протокола сетевого доступа к файловым системам.

Дисковый массив — внешнее устройство хранения данных. При использовании специальных решений можно обойтись без сервера управления дисковыми массивами. При небольшом количестве вычислительных узлов можно подключать дисковый массив напрямую к узлам по оптическому каналу связи с использованием коммутаторов. В нашем случае используются IBM DS 3400 и IBM DS 4700. Это головные устройства к которым можно подключать устройства расширения для увеличения дискового объема.

Сервера управления обеспечивают авторизацию пользователей, а также запуск задач на узлах. Кроме этого сервера могут выполнять задачи по установке и обновлению программного обеспечения на вычислительные узлы, осуществлять мониторинг состояния узлов и выполнения задач. Все это можно делать встроенными средствами операционной системы или небольшими программными пакетами, но лучше если все это будет обеспечивать единая система управления.

В настоящее время существует несколько платных и свободно распространяемых

программных пакетов позволяющих организовать управление кластерными системами. Например платный IBM CSM (Cluster System Manager – Система управления кластером), и свободно распространяемый xCAT (Extreme Cluster Administration Toolkit - Критический Кластерный Инструментарий Администрирования).

IBM Cluster System Management.

IBM CSM – это коммерческая реализация системы управления вычислительным кластером под управлением операционных систем семейства Linux и AIX. CSM обеспечивает:

- автоматическую установку операционной системы на всех узлах кластера
- установку программного обеспечения
- обновление микрокодов BIOS, операционных система и другого программного обеспечения
- управление электропитанием узлов по средствам команды power
- параллельный запуск команд утилитой dsh
- сбор служебной информации об оборудовании.

CSM поддерживает операционные системы семейства Linux и AIX. Гарантированно поддерживается все оборудование производства IBM. Для удобства администратора и графического отображение в CSM предусмотрен Web интерфейс который представлен на рисунке 3. [5].

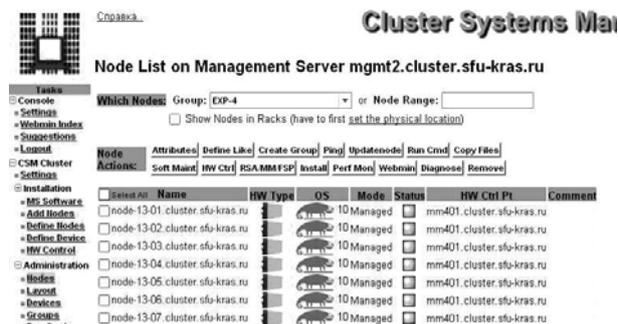


Рис. 3. Web интерфейс IBM CSM

Extreme Cluster Administration Toolkit.

xCAT – это свободно распространяемая система управления кластером. xCAT 2 объединил в себе функциональность xCAT и IBM CSM. В отличие от CSM, xCAT поддерживает большее количество операционных систем, кроме ОС семейства Linux и AIX есть также поддержка ОС семейства Windows. Есть встроенные функции виртуальной консоли и поддержка иерархической структуры распределенной кластерной системы.

Кроме этого поддерживается большой спектр серверов и рабочих станций. Возможно дисковая и бездисковая загрузка операционных систем. Поддерживаются виртуальные кластера на системе IBM POWER. Есть возможность хранения служебной информации об узлах во внутренней или внешней базе данных. [6].

Системы мониторинга и запуска задач

Для обеспечения мониторинга комплекса можно использовать такие известные программные пакеты как Ganglia и Nagios.

Для динамического распределения нагрузки можно использовать менеджер ресурсов Torque в связке с локальным планировщиком задач Maui.

Это свободно распространяемые программные продукты которые зарекомендовали себя с очень хорошей стороны. Их используют крупные вычислительные комплексы из списка TOP500.

Заключение

В настоящее время на базе Института космических и информационных технологий Сибирского федерального университета установлено несколько кластерных систем производства фирмы IBM.[7]. На всех системах установлено программное обеспечение IBM CSM. В настоящее время на тестовом кластере установлена система управления xCAT 2. Проводиться ряд испытаний для описания процесса перевода с IBM CSM на xCAT. После этого будут сформулированы рекомендации по установке настройке и использованию рассматриваемых программ управления кластерными системами.

Литература

1. Top 500 supercomputer sites. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.top500.org>. свободный.
2. Top 50 суперкомпьютеров стран СНГ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.supercomputers.ru>. свободный.
3. Википедия - свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Кластер_\(группа_компьютеров\)](http://ru.wikipedia.org/wiki/Кластер_(группа_компьютеров)). свободный.
4. IBM General Parallel File System. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www-03.ibm.com/systems/clusters/software/gpfs/index.htm>. свободный.
5. IBM Cluster System Management. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www-03.ibm.com/systems/clusters/software/csm/index.html>. свободный. Extreme Cluster Administration Toolkit. [Электронный ресурс]. <http://xcat.sourceforge.net/>. свободный.
6. Бугай А.П., Маколов С.В. Создание комплекса высокопроизводительных вычислений Сибирского федерального университета. /Высокопроизводительные параллельные вычисления на кластерных системах: материалы Девятой международной конференции-семинара/ Владимирский государственный университет, г. Владимир, 2009 г с.64-65.

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ В ОБЛАСТИ АППАРАТНЫХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ИНТЕРФЕЙСОВ

Н.Н. Поздниченко, руководитель В.И. Потапов
Омский государственный технический университет
nick670@yandex.ru

Введение

В настоящее время появляется множество новых аппаратных пользовательских интерфейсов, основанных как на новых технологиях, так и являющиеся улучшением существующих. Но большинство разработок находит применение лишь в узких областях или используются как незначительное дополнение к основным средствам ввода-вывода. Целью данной работы ставилось проанализировать историю развития пользовательских интерфейсов, найти и классифицировать современные разработки в данной области, и на основании этого выделить основные проблемы, связанные с внедрением и использованием новых пользовательских интерфейсов.

Используемые термины

Интерфейс – совокупность средств и методов взаимодействия между элементами системы. Под интерфейсом понимают не только устройства, но и правила (протокол) взаимодействия этих устройств.

Интерфейс пользователя (пользовательский интерфейс) – разновидность интерфейса, в котором одна сторона представлена человеком (пользователем), другая – машиной или устройством [1]. Здесь стоит заметить, что в настоящее время существует большое число работ, посвящённых программной составляющей пользовательских интерфейсов, в основном в них рассматривается дизайн интерфейсов. В данной же работе будут рассматриваться аппаратные пользовательские интерфейсы.

Аппаратный пользовательский интерфейс – техническое устройство, обеспечивающее определённый вид информационного взаимодействия между пользователем и ЭВМ. Эргономика – соответствие труда физиологическим и психическим возможностям человека, обеспечение наиболее эффективной работы, не создающей угрозы для здоровья человека и выполняемой при минимальной затрате биологических ресурсов.

История развития пользовательских интерфейсов

Различные авторы выделяют 4 этапа развития пользовательских интерфейсов [2]. Первый период длился с момента появления первых компьютеров и до 70-х годов XX века. В это время ещё не были сформированы понятия «пользователь» и «интерфейс пользователя». Ввод информации осуществлялся с помощью перфокарт или магнитных лент, а вывод – посредством почтовой печати результатов.

Второй период начался с появлением алфавитно-числовых дисплеев и клавиатур и длился примерно с 60-х до середины 80-х годов

прошлого века. Системы такого типа до сих пор успешно используются на подавляющем большинстве серверов из-за специфики их задач.

Третий период начался с появлением графических интерфейсов и компьютерной мыши. Интерфейсы такого типа чаще всего обозначают аббревиатурами GUI (graphical user interface) или WIMP (windows-icons-menus-pointing device). Этот этап длится с 80-х годов XX века и по сей день.

Четвёртый этап должен будет включать совершенно новые средства ввода и вывода информации, однако на данный момент, несмотря на наличие реализаций новых интерфейсов, они не находят широкого применения (во всяком случае в области персональных компьютеров). Причины данного явления будут рассмотрены далее.

Классификация пользовательских интерфейсов

В таблице 1 приведены основные современные интерфейсы и, хотя данная классификация не является однозначной и исчерпывающей, нетрудно заметить, что современные разработки используют практически все возможные каналы информационного взаимодействия с человеком и даже задействуют его окружение. Различных средств ввода информации больше, чем средств вывода.

Проблемы пользовательских интерфейсов

Для того чтобы говорить о проблемах, в области аппаратных пользовательских интерфейсов выделим основные сферы к которым применимо понятие интерфейс «человек – ЭВМ», и рассмотрим проблемы каждой области в отдельности:

- персональные компьютеры;
- роботы;
- игровые приставки;
- мобильные устройства;
- промышленные компьютеры и программируемые станки.

Однако станки и промышленные компьютеры в части взаимодействия с пользователем могут рассматриваться в одних случаях как роботы, а в других – как обычные компьютеры, поэтому нет смысла рассматривать их отдельно. В области персональных компьютеров новые пользовательские интерфейсы практически не внедряются либо используются лишь одной категорией пользователей (например, планшеты фактически используются только художниками). Это связано с тем, что высокая универсальность систем архитектуры IBM PC требует достаточно жесткой стандартизации, достигаемой как за счёт стандартизации аппаратных средств и портов подключения устройств, так и за счёт поддержки операционными системами и прикладным программным обеспечением лишь определённых

периферийных устройств. Хорошей иллюстрацией данной ситуации являются сенсорные дисплеи, поддержка которых была реализована в операционных системах Microsoft, но, в связи с отсутствием прикладных программ использующих преимущества таких устройств, они могут служить лишь имитацией стандартных устройств ввода. Пользователи не захотят использовать новое устройство, если оно не будет обладать большей эргономичностью, чем стандартные компоненты интерфейса.

Устройства ввода	Устройства вывода
1. Клавиатуры	1. Устройства вывода графической информации
2. Мыши	- дисплеи
3. Игровые устройства	- проекторы
- джойстики	- электронные чернила
- геймпады	- сенсорные экраны
4. Сенсорные устройства	- трехмерные и голографические
- кнопки	2. Звуковые устройства
- экраны	3. Устройства физической обратной связи
- планшеты	4. Генераторы запахов
5. Голосовые пользовательские интерфейсы	5. Интерфейсы дополненной реальности
6. Акселерометры и датчики положения	
7. Нейрокомпьютерные интерфейсы	
8. Интерфейсы использующие камеру	
- распознающие движения человека	
- распознающие жесты	
- распознающие мимику	
- распознающие предметы и движения	
- распознающие направление взгляда	
9. Материальные интерфейсы пользователя	

Таблица 1. Классификация пользовательских интерфейсов

К роботам в настоящее время относят множество различных устройств, начиная с высокотехнологичных игрушек и автоматизированных пылесосов и заканчивая устройствами собирающими автомобили. Проблема с внедрением новых пользовательских интерфейсов здесь заключается в том, что практически каждая компания и каждая команда

разработчиков придерживается своих методов и стандартов разработки роботов. Таким образом, использование в какой-либо разработке нового пользовательского интерфейса ещё не гарантирует, что он будет использован в последующих разработках, т.к. его поддержку, скорее всего, придётся реализовывать заново. Пользовательские интерфейсы, используемые в игровых консолях, полностью определяются их разработчиками, и производители программного обеспечения имеют незначительное влияние на внедрение поддержки новых устройств. Но в этой сфере наряду со сферой мобильных устройств наблюдается использование самого широкого спектра новых интерфейсов.

Область мобильных устройств во многом похожа на предыдущую, с той разницей, что почти всё программное обеспечение разрабатывается самими производителями мобильных устройств (что позволяет реализовать более полную поддержку новых интерфейсов). Также различных устройств здесь выпускается намного больше, и производители свободно экспериментируют с различными сочетаниями компонентов интерфейса. Однако часто оказывается, что те или иные интерфейсы не используются пользователями на практике, это может быть связано как с недостаточной поддержкой данных компонентов интерфейса на программном уровне, так и с тем, что данный интерфейс обладает недостаточной эргономичностью. Так в первых телефонах поддерживающих голосовые команды ими почти не пользовались из-за низкого качества распознавания.

Заключение

В заключение можно добавить, что существуют также факторы способствующие внедрению новых пользовательских интерфейсов, например обеспечение полноценной работы с компьютером людям с ограниченными возможностями. К тому же если спрос со стороны пользователей на новые интерфейсы будет расти, то производители устройств и программного обеспечения будут вынуждены добавить их поддержку чтобы оставаться конкурентоспособными.

Литература

1. Wikipedia [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/>, свободный.
2. Открытые системы [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.osp.ru/os/1997/06/179308/>, свободный.
3. Control Engineering [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.controlengrussia.com/tematy_wiodace11.php4?art=924, свободный.

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К ОПТИМИЗАЦИИ СКОРОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ВЫХОДНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Лещик Ю.В., Соськин М.А.

Томский политехнический университет
catlen@ya.ru

В настоящее время информационно-коммуникационные технологии стали одним из важнейших факторов, влияющих на развитие общества. Во многих прикладных областях в производственной, управленческой и финансовой деятельности широко используются информационные системы и технологии. Подобные разработки обеспечивают сбор, хранение, обработку, поиск, выдачу информации, необходимой в процессе принятия решений задач из любой области.

Одним из ключевых этапов функционирования любой информационной системы является формирование выходной документации. Наряду с тем, что отчетная документация должна отвечать требованиям стандартов или нормативно-техническим документам заказчика, важнейшим показателем работы системы также является скорость формирования отчетных форм. Поэтому задача оптимизации данного показателя является актуальной, и разработчики информационных систем исследуют различные варианты ее решения.

Предлагаемый подход целесообразно рассмотреть на примере системы федерального уровня оперативного учета пожаров «Ясень-Ф». Выходной документацией данной разработки являются сводные отчеты авиабаз субъектов Российской Федерации. На текущий момент реализована возможность формирования более 30 отчетных документов по следующим разделам:

- оперативные данные;
- оперативные данные о крупных пожарах;
- текущие затраты и наличие ресурсов;
- полнота предоставленных сведений и временные данные;
- аналитические отчеты;
- графические отчеты.

Каждый отчет представляет собой сложный структурированный набор данных, порядок заполнения которого строго определен требованиями к оформлению годовых и сводных отчетов авиабаз Центром мониторинга пожарной опасности ФГУ "Авиалесоохрана" [1].

В качестве сервера базы данных в «Ясень-Ф» используется Microsoft SQL Server 2005. Каждый вид отчета представлен отдельной таблицей базы данных (или при необходимости несколькими связанными таблицами).

В качестве базового языка программирования выступает язык C#. Отчеты же формируются с помощью пакета Microsoft Excel.

На начальном этапе разработки системы «Ясень-Ф» были созданы специальные классы для доступа к базе данных из среды программирования и класс для работы с приложением Microsoft Excel. То есть

формирование отдельного отчета происходило следующим образом:

1) на языке SQL формировался запрос к таблице базы данных, в которой содержалась информация по текущему отчету. Данный запрос сохранялся в строковой переменной в C# [2];

2) далее происходило обращение к методу по работе с базой данных, в котором данному методу передавался созданный запрос. Этот запрос выполнялся сервером Microsoft SQL Server 2005, который возвращал выполненный запрос в виде таблицы данных в среду программирования;

3) осуществлялось открытие рабочей книги Microsoft Excel и вставка в нее полученных данных с последующим форматированием.

Однако при таком способе формирования отчетов на заполнение и открытие каждого отчета в среднем уходило около 2 минут. Это, безусловно, стало немаловажной проблемой для разработчиков, поскольку значительная часть отчетов представляет собой оперативные данные.

Анализ временных затрат показал, что в большей степени на время формирования отчета оказывают влияние следующие факторы:

1) Структура таблиц БД: в таблицах с большим количеством записей процедура поиска занимает большое количество времени;

2) Размер кода и количество циклически выполняемых процедур в среде программирования;

3) Объем вычислений в отчетах;

4) Структура запроса к базе данных;

5) Количество обращений к Microsoft Excel для редактирования и форматирования данных.

Для сокращения времени обработки информации в базе данных было увеличено число индексов в таблицах, созданы функции для расчета таких географических параметров, как азимут, координаты населенного пункта и др.

Также по всей системе было сокращено число sql-запросов для каждого отчета и проведена их оптимизация путем минимизации количества возвращаемых столбцов, введением дополнительных условий выбора и корректировки использования внешних и внутренних объединений.

Часть вычислений, производимых на полученных из sql-запросов данных, была перенесена на сервер. То есть подобные расчеты стали проводиться в самом запросе и выводиться в качестве отдельных столбцов результирующей таблицы [3,4].

Поскольку значительная часть времени при выводе данных в Microsoft Excel затрачивалась на форматирование, было найдено следующее решение: в проект добавили шаблоны xlt по каждому отчету, форматированные в соответствии

с требованиями оформления. Помимо этого, в шаблоны добавили формулы для расчета суммарных и некоторых других показателей. Таким образом, сократили количество кода C#, с помощью которого производились зачастую многоцикличные вычисления и громоздкую часть форматирования книг Excel [5].

В результате всех перечисленных мер было достигнуто улучшение среднего показателя времени формирования отчета. После проведения данных операций, каждый отчет стал формироваться в среднем за 1 минуту.

Итак, все приведенные меры системной оптимизации, оказали влияние лишь на приближение к желаемому результату, для его достижения они оказались недостаточными.

Поэтому явилось необходимостью проведение логического анализа структуры подаваемых отчетов. Выяснилось, что многие отчеты содержат повторяющиеся вычисляемые данные.

Одним из ярких примеров подобных вычислений может служить расчет нарастающего итога, который осуществляется по следующим показателям:

- количество пожаров;
- покрытая площадь пожаров;
- верховая площадь пожаров;
- непокрытая площадь пожаров;
- нелесная площадь пожаров.

Нарастающий итог для данных пунктов считается на каждый день пожароопасного сезона, то есть с 1 апреля по 31 октября. Подобный расчет необходимо осуществлять для каждого субъекта Российской Федерации за несколько лет сразу по нескольким отчетам.

Нетрудно представить длительный процесс таких вычислений:

- за каждый день пожароопасного сезона выбрать из таблиц базы данные информацию по всем пожарам,
- суммировать необходимые показатели за этот день;
- затем выбрать те же показатели по пожарам, зафиксированных днем ранее, и суммировать их;
- рассчитать разницу в показателях.

И это с учетом того, что у пожара может быть несколько динамик, а также наличия немалого количества авиабаз.

Решением этой задачи стала разработка интерфейса для расчета показателей нарастающим итогом «Расчет нарастающего итога по годам».

Данный модуль производит расчет пожарных показателей за выбранный пользователем год. Он обладает гибкими настройками, которые позволяют произвести вычисления сразу за все

года, за отдельный год, по всем субъектам Российской Федерации или же для одного из них.

Для реализации интерфейса в базу данных «Ясень-Ф» была добавлена таблица с полями, соответствующими показателям расчета нарастающим итогом.

То есть, теперь при формировании отчета по заданному субъекту за выбранный год, происходит обращение к таблице базы данных, в которой находится запись с уже вычисленными данными за интересующий пользователя день. Подобная схема является альтернативой громоздкому алгоритму вычислений, используемому ранее, и значительно сокращает время формирования отчета.

С началом использования данного интерфейса среднее время формирования отчета сократилось на 20 секунд.

Однако это не единственный метод оптимизации вычислений, применяемый в системе «Ясень-Ф». Путем использования комплекса подобных разработок, максимальное время формирования отчетов на сегодняшний день не превышает 10 секунд.

Таким образом, в рамках исследования методов минимизация выходной документации информационных систем, был разработан специализированный интерфейс «Расчета нарастающего итога по годам», а также сделаны выводы о том, что для сокращения времени формирования выходной документации недостаточно общих системных подходов к оптимизации. Необходимым условием проведения данной процедуры является подробный логический анализ структуры отчетов и разработка специализированных методов для их формирования.

Литература

1. Свидетельство №2007614629 об официальной регистрации программы на ЭВМ «Подсистема мониторинга лесопожарной обстановки на основе аппаратно-программного комплекса контроля местоположения воздушных судов и других подвижных объектов в режиме реального времени»
2. Троелсен Э. C# и платформа .NET. Библиотека программиста. – СПб.: Питер, 2006. – 796 с.: ил.
3. Сергей Моисеенко. SQL. Задачи и решения.– СПб.: Питер, 2006.
4. Станек Уильям Р. Microsoft SQL Server 2005. Справочник администратора / Пер. с англ. — М.: Издательство «Русская Редакция», 2008. — 544 с.: ил.
5. How to automate Microsoft Excel from Microsoft Visual C# .NET
<http://support.microsoft.com/?id=302084>

РАЗРАБОТКА ПРОЗРАЧНО АДМИНИСТРИРУЕМОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ИНФОРМАЦИОННОГО ПОРТАЛА ТРАНСФЕРА ТЕХНОЛОГИЙ

Перельгин И.Н., Мутанов Г.М

Восточно-Казахстанский государственный технический университет

31.01.1987g@gmail.com

Введение

Сетевые, параллельные и распределенные базы данных обслуживают множество пользователей, работающих одновременно. Поэтому высока вероятность возникновения события, когда один пользователь запускает на выполнение транзакцию по изменению содержимого базы, а другой – на выборку из нее данных. В этой ситуации второй пользователь получит неактуальные данные. Если же два или более пользователей одновременно будут пытаться модифицировать и удалять одно и то же подмножество таблицы с данными, то возникнет коллизия, которая может привести к безвозвратной потере информации.

Можно выделить несколько видов коллизий:

1. Проблема последнего изменения - возникает, когда несколько пользователей изменяют одну и ту же строку, основываясь на ее начальном значении; тогда часть данных будет потеряна, так как каждая последующая транзакция перезапишет изменения, сделанные предыдущей. Выход из этой ситуации заключается в последовательном внесении изменений; [1].

2. Проблема "грязного" чтения - возможна в том случае, если пользователь выполняет сложные операции обработки данных, требующие множественного изменения данных перед тем, как они обретут логически верное состояние. Если во время изменения данных другой пользователь будет считывать их, то может оказаться, что он получит логически неверную информацию. Для исключения подобных проблем необходимо производить считывание данных после окончания всех изменений; [1].

3. Проблема неповторяемого чтения - является следствием неоднократного считывания транзакцией одних и тех же данных. Во время выполнения первой транзакции другая может внести в данные изменения, поэтому при повторном чтении первая транзакция получит уже иной набор данных, что приводит к нарушению их целостности или логической несогласованности; [1].

4. Проблема чтения фантомов - появляется после того, как одна транзакция выбирает данные из таблицы, а другая вставляет или удаляет строки до завершения первой. Выбранные из таблицы значения будут некорректны. [1].

Решение проблемы возникновения коллизий обеспечивается механизмом блокировок, то есть передачей во временное эксклюзивное пользование одному пользователю или процессу объекта или фрагмента базы данных для выполнения транзакции. Объектом блокировки может быть база данных целиком, отдельная таблица, фрагмент таблицы, запись (строка) или

ячейка. Блокирование может быть полным. Для решения перечисленных проблем в специально разработанном стандарте определены четыре уровня блокирования. Уровень изоляции транзакции определяет, могут ли другие (конкурирующие) транзакции вносить изменения в данные, измененные текущей транзакцией, а также может ли текущая транзакция видеть изменения, произведенные конкурирующими транзакциями, и наоборот. Каждый последующий уровень поддерживает требования предыдущего и налагает дополнительные ограничения [1].

Модель прозрачно администрируемой базы данных

Коллизии, возникающие при взаимодействии членов и клиентов сети с БД электронной платформы, представляют собой противоречия между текущими информационными потребностями пользователей и их удовлетворением порталом. Пусть семантическая переменная T_i^F описывает i -ю функцию портала, тогда вся функциональная модель представляется агрегатной переменной

$$T^F = \bigcup_i T_i^F.$$

Пусть семантическая переменная $T_j^Q(t)$ описывает j -ю частную информационную потребность (запрос), тогда общие информационные потребности определяются агрегатной переменной $T^Q(t) = \bigcup_j T_j^Q(t)$.

В соответствии с функциональным назначением портала переменная T^F является функцией переменной T^Q , то есть, $T^F(t) = F(T^Q(t))$.

Поток административных задач A определяется системой $A(t) = F_A(F(T^Q(t)))$.

Поток коллизий зависит от текущего уровня подготовки пользователей $A_U(t) = F_U(A(t), T^R(t))$, где $T^R(t)$ - семантическая переменная, определяющая степень готовности пользователя к работе с БД. Семантическая переменная $T^R(t)$ определяется разностью функций управления БД и функциями, которыми владеет пользователь. Если при удовлетворении информационных потребностей конкретного пользователя коллизий не возникает, то администрирование БД по отношению к данному пользователю характеризуется абсолютной прозрачностью взаимодействия, при котором наличие администрирования никак себя не проявляет по отношению к пользователю. Задача создания прозрачно администрируемой БД сводится к определению и адаптивному

изменению функциональных зависимостей F_U , F_A и F при заданных:
 - номенклатуре информационных потребностей;
 - динамических характеристиках их потока;
 - минимизации интенсивности потока коллизий.

Содержательная постановка задачи сводится к задаче с двумя критериями:

$$A_R(t) = F_K(A(t), T^R(t)) = F_U(F_A(F(\bigcup_{j=1}^{N(t)} T_j^Q(t)))) \rightarrow \min;$$

$$\bigcup_{j=1}^{N(t)} T_j^Q \rightarrow \max \text{ при ограничении}$$

$$\bigcup_{j=1}^{N(t)} T_j^R \leq \bigcup_{k=1}^{M(t)} T_k^{RQ}, \text{ где:}$$

T_k^{RQ} - k -е слово активного словаря пользователя;

T_j^R - j -е слово словаря БД;

$N(t)$ - объем словаря БД;

$M(t)$ - объем активного словаря пользователя.

Степень прозрачности оценивается отношением числа коллизий, возникающих у пользователя в процессе удовлетворения информационных потребностей при участии системы администрирования, к числу коллизий при ее отсутствии. Абсолютной прозрачности соответствует нулевая интенсивность потока коллизий, а степень прозрачности равна единице. В общем случае степень прозрачности администрирования $K(t)$ определяется через интенсивность потока коллизий:
 $K(t) = 1 - \lambda(t)$, где $\lambda(t)$ - текущая интенсивность потока коллизий, $0 \leq \lambda(t) \leq 1$.

Если всё время взаимодействия тратится на разрешение коллизий, то есть, $K(t) = 0$, то система администрирования абсолютно не прозрачна, она полностью лишает пользователя возможности удовлетворять информационные потребности, так как ответы на запросы не проходят сквозь систему администрирования. Степень прозрачности можно интерпретировать как отношение интенсивности исходного потока команд, сформированных пользователем, к интенсивности потока команд, воспринятых системой. Степень пропускания информационных запросов (т. е. степень прозрачности администрирования) определяется как:

$$K(t) = \frac{\lambda_{kv}(t)}{\lambda_k(t)} = \frac{\lambda_k(t) - \lambda_0(t)}{\lambda_k(t)} = 1 - \frac{\lambda_0(t)}{\lambda_k(t)}, \text{ где:}$$

$\lambda_{kv}(t)$ - интенсивность потока команд пользователя;

$\lambda_0(t)$ - интенсивность потока команд пользователя, отфильтрованных системой администрирования;

$\lambda_k(t)$ - интенсивность потока команд, воспринятых системой.

Значение $K(t) = 1 - \frac{\lambda_0(t)}{\lambda_k(t)}$ связывает

активность пользователя и возникающие при этом коллизии со степенью прозрачности администрирования БД.

Функциональная зависимость F отражает принципиальную возможность реализации системой информационных потребностей. При этом выделяются две основные группы задач администрирования:

- выбор и настройка программных приложений;

- создание БД, содержащей необходимую информацию.

Функциональная зависимость F_A отражает интенсивность порождения задач администрирования при данной организации БД и ее конкретной аппаратно-программной реализации. На этом уровне также возникают две группы задач по администрированию: технические и семантические, которые требуют оптимизацию функциональной зависимости F_U для обеспечения согласования словаря БД с активным словарем пользователя[2].

Заключение

Рассмотренная модель прозрачно администрируемой базы данных положена в основу алгоритма администрирования базы данных информационного портала трансфера технологий, разрабатываемого в вузе на платформе (apache php MySQL). Исходными данными для создания прозрачно администрируемой базы данных является журнал системной статистики, количественные и семантические параметры, характеризующие структуру и состав БД портала. Результаты решения задачи используются при определении режимов и политики администрирования.

Литература

1. Технологии баз данных: SQL, T-SQL, PL/SQL, реляционные БД © 2008 - Режим доступа: <http://www.intellectika.ru/index.php>, свободный.
2. Брейман А. Д. Задачи администрирования баз данных информационных систем, связанные с конвенциональными ограничениями// Вестник МГАПИ. М.: МГАПИ, 2004. Вып. 1.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВЫСОКОУРОВНЕВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СВЕРХБОЛЬШИХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ

Алекминский С.Ю., Непомнящий О.В.
Сибирский федеральный университет
al.stanislav@gmail.com

Сегодняшнюю жизнь невозможно представить без вычислительных устройств (ВУ), скрытых в бытовой технике, измерительных и медицинских приборах, управлении агрегатами транспортных средств, телекоммуникациях. В персональных компьютерах, которые сейчас используются повсеместно, функции периферийных устройств выполняют различные специализированные вычислительные устройства (ВУ). В целом на один микропроцессор приходится многие десятки специализированных ВУ. Число новых устройств стремительно возрастает, а сроки их разработки сокращаются.

Возрастающий объем разработок специализированных вычислительных устройств и схем на кристалле требует освоения новых технологий их проектирования.

Со времени выхода первой интегральной схемы размер топологического элемента уменьшился в несколько десятков раз и сегодня приближается к диапазону порядка 100 нм [1].

Подобное уменьшение оказало существенное влияние на проектирование цифровых, интегральных схем. Особое влияние данный факт оказал на производство сверхбольших интегральных схем (СБИС). Сейчас на первый план выдвинулся целый ряд новых проблем, оказывающих влияние на стоимость, быстродействие, надежность, потребляемую мощность, и другие аспекты функционирования интегральных схем. В первую очередь возросла сложность систем на кристалле (System on chip, или SoC).

На определенном этапе развития программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) они стали использоваться не только в качестве вспомогательного цифрового устройства, но и в качестве аппаратной платформы для реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов, а затем – в качестве устройств, объединяющих процессор, небольшое количество памяти и периферию. Такое устройство получило название «система-на-кристалле».

При реализации на программируемом кристалле всего спектра цифровых устройств наглядно проявляются недостатки ПЛИС – более высокая удельная цена физических ресурсов кристалла и меньшие рабочие частоты в сравнении с аналогичной микросхемой жесткой логики. Поэтому следующим шагом со стороны производителей ПЛИС стало размещение на кристалле аппаратно реализованных фрагментов наиболее часто используемых цифровых узлов – быстрой синхронной памяти, блоков умножения с накоплением и т.п. [2]

Система на кристалле считается выгодной конструкцией, так как позволяет увеличить про-

цент годных устройств при изготовлении и упростить конструкцию корпуса.

На сегодняшний день существует несколько методологий проектирования СБИС на основе интегральных схем программируемой структуры.

Первый подход заключается в использовании языков программирования, таких как Matlab или C/C++ для написания алгоритмов работы устройств наподобие цифровых сигнальных процессоров. Затем при помощи специальных высокоуровневых утилит производится синтез аппаратного обеспечения на основе программируемых интегральных схем.

Другой подход основан на выражении необходимой микроархитектуры через уже имеющиеся высокоуровневые конструкции (IP-ядра или IP-cores, компоненты системы на кристалле разного уровня) [3].

На основании такого подхода возникло понятие иерархии проекта и блочно-ориентированного проектирования – BBD (Block-based design). Именно такой метод оказался наиболее жизнеспособным.

В настоящее время на первый план вышла автоматизация процесса проектирования. Согласно [1], на одной странице можно разместить графический фрагмент типичной логической схемы состоящей из 200 вентиляей, соответственно схема СБИС на 10 тысяч вентиляей будет занимать порядка 50 страниц, а схему в 500 тысяч или миллион вентиляей принципиально невозможно охватить. Таким образом, одной из основных проблем проектирования СБИС сегодня является глобальная проблема «охвата проекта».

Для решения данной проблемы необходимо учитывать следующее:

1. Требуется модернизация современного блочно-ориентированного подхода к описанию проекта, в частности следует четко разграничить уровни абстрагирования модели проекта с выделением строго регламентируемых межуровневых интерфейсов

2. Необходимо исключить из цикла проектирования все «ручные» операции, насколько это возможно

3. Требуется схемотехническое и языковое описание цифровых и аналоговых модулей, которое будет с максимальной точностью учитывать не только электрические и алгоритмические параметры описываемых модулей, но и топологию их расположения на кристалле.

Традиционно СБИС рассматривают согласно трем уровням представлений (функциональное, структурное и топология системы).

Причем каждый уровень представления разбивается на дополнительные подуровни.

Процесс проектирования представляет собой последовательный спуск по означенным уровням с одновременным перемещением по оси иерархии других областей (рис. 1).



Рис. 1. Области и уровни моделей в проектировании СБИС. Диаграмма Гайского-Кана (Gajski and Kuhn)

Одним из перспективных направлений в области проектирования СБИС является формальное или высокоуровневое описание системы на одном из языков описания аппаратуры (HDL, VHDL, Verilog и др.). Языки высокоуровневого описания не только обеспечивают компактную запись для проектируемой схемы, значительно сокращают трудоемкость и сроки разработки больших схем, но и упрощают перенос проекта на разные варианты интегральных технологий, реализацию их в сверхбольших интегральных схемах с учетом специфики технологий различных производителей.

В настоящее время высокоуровневое проектирование имеет следующие очевидные преимущества:

1. Разработчик может обеспечить решение задачи повышенной сложности, обращаясь к более высоким уровням абстракции и передавая реализацию мелких деталей проекта автоматизированному процессу;

2. Разработчики могут значительно сократить цикл производства и улучшить качество изделий, благодаря проверке функциональных возможностей, ещё на этапе проектирования, когда внесение изменений в системы легко и относительно дешево;

3. Разработчики устройств могут использовать все доступные им функциональные возможности максимальным образом. Они могут включать усовершенствованные методы отладки, такие как анализ потоков данных, использование языков VHDL и Verilog или передовые методы моделирования и оценки производительности.

Традиционный подход предусматривает проектирование алгоритмов функционирования сложных систем при помощи языков Matlab и C/C++. В результате можно получить примерную оценку времени выполнения и требуемых ресурсов. На следующем этапе, разработанная таким образом система, вручную преобразуется в RTL на языках высокоуровневого описания аппаратуры. После чего осуществляется переход к описанию на уровне вентилей при помощи существующего программного обеспечения производителей программируемых логических интегральных схем. Тем не менее, у вышеописанного подхода существует ряд проблем. Во-первых, сложен переход между алгоритмическим описанием и описанием на одном из языков HDL. Во-вторых, сам процесс перехода между этими описаниями очень трудоемок, что в свою очередь повышает вероятность возникновения ошибок.

Решением означенных выше проблем может послужить добавление промежуточного представления проекта на доступном обоим уровням языке представления [1]. Подобное представление может базироваться на языке C. Верификация модулей на C-подобном языке является несложной и быстрой операцией. Таким образом, подобное решение лучше всего основывать на языках описания аппаратуры, основанных на языке C. Например, Handel-C, System-C или Catapult-C.

Результатом такого подхода, будет также являться высокая скорость трансляции и моделирования (System-C), или возможность получения вентильного описания при помощи специализированного пакета программ. Тем не менее, применение известных программных средств создания и верификации проекта, уже в ближайшем будущем потребует очередного «скачка». Здесь намечаются прорывы в области применения языковых средств не в «чистом» виде, а посредством графического описания систем с автоматической генерацией результирующего кода.

Литература

1. Суворова Е.А., Шейнин Ю.Е. Проектирование цифровых систем на VHDL. – С-Петербург: БХВ-Петербург, 2003 г. – 576 с.
2. Тарасов И. Система на кристалле на базе ПЛИС FPGA Xilinx со встроенными процессорами PowerPC // Компоненты и технологии. – 2005. – №7.
3. Abhinav A., Man C.A. Comparison of high level design methodologies for algorithmic IPs: Bluespec and C-Based synthesis. MIT, Cambridge, CSAI Lab, 2008 г. – 8 с

МЕТОД РАЗМЕЩЕНИЯ ТОЧЕК ДОСТУПА Wi-Fi ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО ОБМЕНА ДАННЫМИ МЕЖДУ СЕТЕВЫМИ АБОНЕНТАМИ

Рудаков Д. В.

Научный руководитель: Комагоров В. П.

Томский политехнический университет

privet0@hotmail.ru

Особенности построения радиосетей

Для того чтобы система связи могла развиваться и быть востребованной во всем мире, используемый диапазон частот должен быть доступен, в большинстве индустриально развитых стран. Кроме того, это должен быть открытый для любой системы радиосвязи диапазон, работа в котором не требует лицензирования (License-free band). Единственный диапазон частот, который удовлетворяет этим требованиям - это так называемый Индустриальный, научный и медицинский диапазон ISM (Industrial, Scientific, Medical), занимающий полосу частот от 2400 до 2483,5 МГц в США и Европе, России.

В диапазоне ISM имеются каналы, предназначенные для использования нелицензионными устройствами. Эти каналы и их границы определяются регулятивными органами и могут несколько отличаться в разных странах[1].

В табл. 1 приведены перечень каналов и их частотные характеристики для сетей WLAN диапазона ISM различных стран: США (FCC), Европы (для тех ее стран, где регулятивным органом признан ETSI, в том числе и России), Японии и Израиля.

Таблица 1

Каналы WLAN диапазона ISM

Канал	Центральная частота	FCC	ETSI	Япония	Израиль
1	2,412	+	+	+	
2	2,417	+	+	+	+
3	2,422	+	+	+	+
4	2,427	+	+	+	+
5	2,432	+	+	+	+
6	2,437	+	+	+	+
7	2,442	+	+	+	+
8	2,447	+	+	+	+
9	2,452	+	+	+	+
10	2,457	+	+	+	
11	2,462	+	+	+	
12	2,467		+	+	
13	2,472		+	+	
14	2,483			+	

Следует отметить, что в табл. 1 приведена только центральная частота спектрального составляющего каждого из 14 каналов. Вместе с тем отклонение от несущей может составлять +/- 22 МГц.

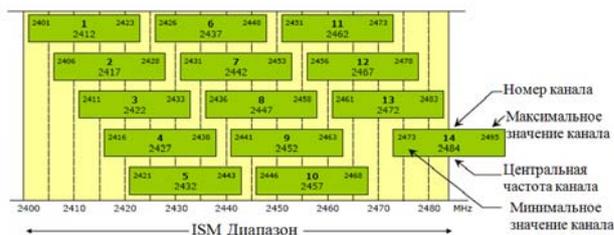


Рис. 1. Карта каналов стандарта 802.11

Таким образом, несмотря на наличие 11 каналов, на самом деле только три из них, - 1, 6 и 11, или 2, 7, 12, или 3,8,13, или 4, 9, 14 не перекрывают друг друга[2].

Постановка задачи

При построении сетей Wi-Fi возникает необходимость в решении задачи размещения в здании наименьшего количества точек доступа, обеспечивающих надежный обмен данными между сетевыми абонентами. При этом накладываются ограничения как на размер зоны устойчивого приема радиосигнала (не более 100 метров), так и число пересекающихся зон с разными частотами (не более 3-х). Зоны с одинаковыми частотными каналами не должны пересекаться (Таблица 1). Предполагается, что здание состоит из однородного строительного материала и проникаемость радиоволн между различными помещениями одинаковая. В данной задаче она не учитывается.

Решение задачи

Большинство зданий имеет прямоугольные помещения. С учетом этого предлагается следующий алгоритм решения поставленной задачи.

В зону покрытия радиосигнала, представляющую собой круг, можно вписать как квадрат, так и шестигранник (рис. 2). Очевидно, что шестигранник обеспечивает более плотное заполнение круга[4]. Однако для прямоугольного помещения в рамках поставленной задачи целесообразно использовать зоны покрытия радиосигнала в форме квадрата. На рис. 3. представлен пример, подтверждающий эффективность покрытия прямоугольного помещения зонами в форме квадрата. В случае использования зон покрытия в форме квадрата достаточно 21 точки доступа. Применение зон покрытия в форме шестигранника диктует необходимость использования 24 точек доступа.

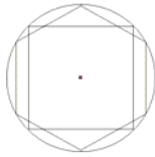


Рис. 2. Зоны покрытия квадрат и шестигранник

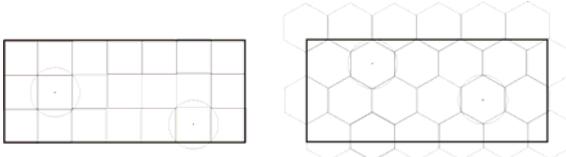


Рис. 3. Пример помещения, покрытого зонами в форме квадрат и шестигранник

Представим формализованный подход к решению данной задачи для помещения прямоугольной формы (рис. 4).

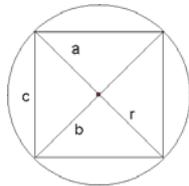


Рис. 4. Квадрат, вписанный в окружность

По теореме Пифагора, известно, что сумма квадратов катетов равна квадрату гипотенузы

$$c^2 = b^2 + a^2 \quad (1).$$

В нашем случае катеты $a=b=r$, следовательно:

$$\begin{aligned} c^2 &= r^2 + r^2, \\ c^2 &= 2r^2, \\ c &= \sqrt{2}r \end{aligned}$$

Где c сторона вписанного квадрата. Однако при решении задачи покрытия необходимо учесть возможность роуминга, а именно, производитель оборудования должен указать рекомендуемое пересечение зон для точек доступа. Следовательно, сторона квадрата будет иметь размер $c = \sqrt{2}(r - t)$, где t – указанное производителем значение пересечения зон.

Более того, чтобы обеспечить минимальное пересечение всех областей с учетом ограничений, следует использовать следующую комбинацию расположения точек доступа (рис. 5.)

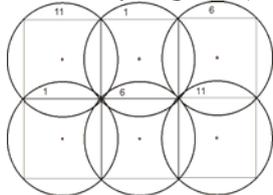


Рис. 5. Комбинация расположения точек доступа

Приведенная комбинация не содержит пересекающихся зон с одинаковыми частотами.

Формула вычисления минимального необходимого количества точек доступа S для покрытия территории помещения прямоугольной формы определяется следующим образом:

$$S = (a/\sqrt{2}(r - t)) * (b/\sqrt{2}(r - t)) \quad (1)$$

Где R – радиус действия точки доступа, a – длина помещения, b – ширина помещения, t – необходимое пересечение зон для обеспечения роуминга. В общем случае, округление членов произведения производится в большую сторону до целого.

Предположим, что необходимо определить минимальное число точек доступа для помещения длиной 1000 метров и шириной 500 метров. Разделим ширину и длину помещения на $\sqrt{2}(r - t)$, где $r = 100$, $c = 2$. Тогда получим:

$$\left(\frac{1000}{\sqrt{2}(100 - 2)} \right) * \left(\frac{500}{\sqrt{2}(100 - 2)} \right) \approx 32$$

Это число точек доступа Wi-Fi с радиусом 100 метров, обеспечивающих роуминг при пересечении на 2 метра и необходимых для покрытия всей территории помещения с размерами 1000 x 500м.

Однако предложенная комбинация размещения точек доступа не является оптимальной для всех форм помещений. Если периметр помещения будет иметь произвольный характер, (не прямоугольной формы), то предложенный подход не даст оптимального решения поставленной задачи.

Развитие данного алгоритма предполагает аппроксимацию сложных форм помещений, что позволит сформировать оптимальные решения по размещению точек доступа для таких форм.

Литература

1. Сайт для разработчиков сетевых систем [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rfdesign.ru/ghz2/ghz2_ind.htm, свободный.
2. Официальный сайт научно-производственного центра Дэйтлайн [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dateline.ru/download/Report-WiFi.pdf>, свободный.
3. Тот, Л. Ф. Расположения на плоскости, на сфере и в пространстве / Л. Ф. Тот. М. : Физматлит, 1958.
4. Задачи покрытия ортогональных многоугольников с запретными участками В. Ю. Кузнецов. Вестник УГАТУ с177-182

ВЫСОКОТОЧНАЯ СИНХРОНИЗАЦИЯ ВРЕМЕНИ В СЕТЯХ ETHERNET

Шайкин Д.В., Зоркальцев А.А.

Томский Университет Систем Управления и Радиоэлектроники
d1n1s@sibmail.com

Введение

Основной задачей временной синхронизации является достижение единого времени во всех устройствах распределённой сети. С помощью синхронизации решаются такие задачи как управление сложными временно-зависимыми процессами, протоколирование данных, синхронизация работы нескольких устройств, защита информации. Основными потребителями систем точного времени являются такие области как:

- Телекоммуникации
- Энергетика
- Банковский сектор
- Научные исследования
- Военные разработки
- Нефтяная и газовая отрасль
- Технологические процессы на предприятиях

Ключевой особенностью современных информационных систем является доминирование Ethernet сетей. Хорошо зарекомендовав себя в «офисных» информационных системах, Ethernet активно внедряется в мир промышленной автоматизации, где при управлении процессами традиционно используются «полевые шины» многочисленных типов и стандартов. Сети на базе технологии Ethernet привлекают низкой стоимостью и простотой реализации, а такие возможности как дуплексный режим передачи данных, коммутация пакетов, Fast и Gigabit Ethernet позволили использовать его для решения задач передачи данных в реальном времени.

Наибольшее распространение среди протоколов синхронизации использующие сети Ethernet в качестве среды передачи на данный момент получил протокол NTP(Network Time Protocol) и его упрощённая реализация SNTP(Simple Network Time Protocol).

NTP позволяет добиться достаточно высокоточной синхронизации(единицы и десятки миллисекунд) времени в сети синхронизирующихся серверов, каждый из которых получает показания из нескольких источников, обрабатывает их, и передаёт дальше. NTP-сеть характеризуется масштабируемостью и устойчивостью к сбоям. Для упрощения в стандарте сделаны некоторые допущения:

- Пакет проходит путь от клиента до сервера и обратно за равное время.
- Скорость хода часов клиента и сервера равна.
- На вычисление нового локального времени не уходит дополнительное время.

На практике все эти утверждения, строго говоря, не верны, и получить точное значение времени с помощью NTP достаточно сложно. Лишь накапливая статистику за долгое время и проводя сложные математические преобразования

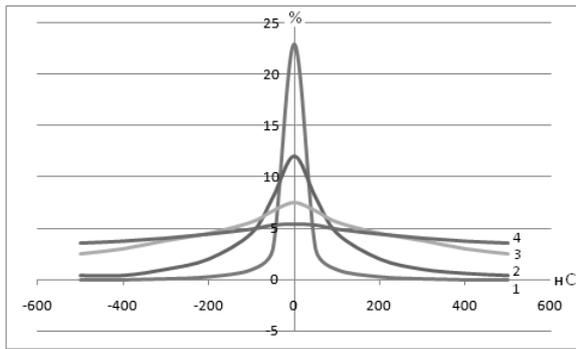
возможно получить удовлетворительную точность.

Всё большую популярность набирает относительно новый протокол синхронизации RTP(Precision Time Protocol) стандарт IEEE1588. Он также в качестве среды передачи использует Ethernet сети. Но в отличии от NTP синхронизация устройства(Slave) ведётся только от одного сервера(Master). В этом протоколе заложено ряд концепций призванных повысить точность синхронизации. Основная область применения протокола это области промышленной автоматизации, где требования к точности синхронизации доходят до точности порядка десятков и сотен наносекунд. Естественно, что получить подобные характеристики синхронизации возможно лишь в высокодетерминированных сетях. Задержки вносимые различными участниками сетевого обмена приведены в таблице [1].

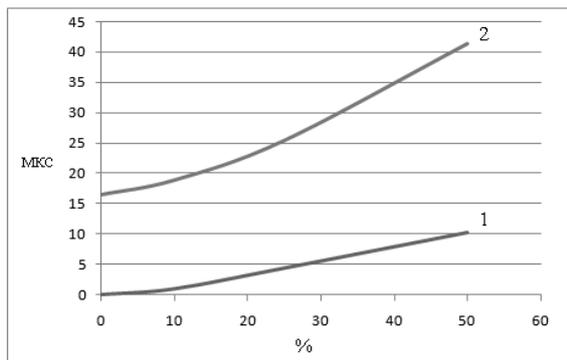
Таблица 1. Временные характеристики участников сетевого обмена

Участок	Средняя задержка	Флуктуация задержки
ОС	10(мкс) – 5(мс)	1(мкс) – 3(мс)
Ethernet контроллер	<50(нс)	<1(нс)
Кабель	3нс/м	<<1(нс)
Коммутатор	0.5 – 15(мкс)	0.1 – 10(мкс)
Маршрутизатор	10-200(мкс)	5-20(мкс)
Хаб	100-200(нс)	10-50(нс)

Для систем синхронизации наиболее вредна случайная составляющая предоставленных величин, т.к. постоянную часть можно скомпенсировать или учесть в расчётах. При построении сложных локальных сетей на стандартном коммуникационном оборудовании трудно добиться высокого детерминизма. Ситуация усугубляется при интенсивном сетевом трафике [2], не спасает даже использование приоритетов сообщений т.к. даже в этом случае время передачи кадра через коммутатор ограничено временем передачи самого длинного пакета в сети, что может быть весьма критично для ряда приложений.



1 Соединение на прямую 2 Hub 3 Industrial Switch 4 Switch
 Рис 1. Распределение ошибки синхронизации двух устройств синхронизированных по протоколу РТР, соединенных на прямую, через хаб, и через коммутатор



1 средняя погрешность синхронизации
 2 Задержка пакета в сети
 Рис 2. Временные характеристики синхронизации через коммутатор при различных нагрузках на сеть(%)

Данная проблема решается использованием специализированного оборудования, с поддержкой Real-time передачи данных. Для синхронизации времени перспективным выглядит также концепция использования коммуникационного оборудования как полноценного участника сетевого обмена. Так например в стандарте IEEE1588 рекомендуется использовать для увеличения точности синхронизации коммутаторы с поддержкой данного протокола синхронизации. Коммуникационный прибор в этом случае выполняет роль «вторичного эталонного генератора», имеет собственные часы и выполняет роль «мастера времени» для подключенных устройств. Не менее критичными являются задержки появляющиеся при обработке протоколов передачи на устройствах потребителей информации. Ситуацию усугубляет использование операционных систем не предназначенных для работы в реальном времени таких как (Windows, Linux). Разработчик, пытаясь максимально сократить время разработки устройства и его стоимость, использует стандартные стеки протоколов TCP/IP, которые как правило ресурсоемки и избыточно сложны. Поэтому, часто именно на этапе обработки

протокола закладывается основные задержки. Решить задачу увеличения точности синхронизации можно с помощью вынесения задач особо критичных к времени на аппаратную часть. В расчётах погрешности часов принимают такие величины как точное время отправки и приёма синхронизирующих сообщений, естественно, что чем меньше действий надо проделать между отправкой/приёмом кадра и снятием метки времени, тем точнее значение можно получить. В протоколе РТР предусмотрен такой механизм получения меток времени[3]

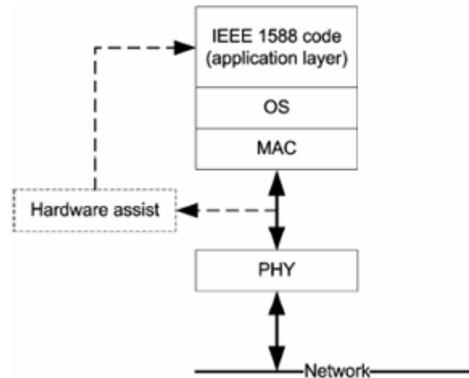


Рис 3. Аппаратная метка времени в протоколе РТР
 Как видно из рисунка искомые значения детектирует трансивер Ethernet, и затем передаёт полученные значения на прикладной уровень. Время обработки протокола в этом случае не влияет на точность синхронизации. Однако решение этой проблемы требует использование либо дополнительной микросхемы(чаще всего FPGA), либо Ethernet-контроллера с поддержкой данного протокола синхронизации.

Заключение

Привлекательность единой объединяющей Ethernet сети которая бы связала все разнородные информационные уровни автоматизации предприятия, где особенно высоки требования к детерминизму сети привело к существенной трансформации классических офисных сетей. Появились много новых промышленных протоколов на его основе (PROFINET IO, PROFIBUS, Ethernet/IP, EtherCat, EIP и др.) которые способны решать самые сложные задачи по передачи данных в реальном времени и синхронизации времени.

Литература

1. "Measurement, Control, and Communication Using IEEE 1588" John C. Eidson 2006г. 283с.
2. IEEE P1588/ D1, "Draft Standard for a Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems", 2007
3. "White Paper Introduction to IEEE 1588 & Transparent Clocks" Caleb Gordon 2009

БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЕ АЛГОРИТМЫ ВЫЧИСЛЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ СУММЫ НА ПРИМЕРЕ CRC8

Мальчуков А.Н., Осокин А.Н.

Научный руководитель: Осокин А.Н.
Томский политехнический университет
malchukov@vt.tpu.ru, osokin@vt.tpu.ru

В данной работе предлагается быстродействующий матричный алгоритм вычисления контрольной суммы на примере CRC8, легко реализуемый на комбинационных схемах, и не требующий применения запоминающего устройства при аппаратной реализации. Матричный алгоритм требует меньших объёмов памяти запоминающего устройства при его программной реализации в отличие от табличного алгоритма.

Введение

Контрольная сумма – это некоторое значение, вычисленное для последовательности байт данных с помощью определённого алгоритма, которое используется на приёмной стороне для подтверждения корректности полученных данных. Первоначально контрольная сумма использовалась в системах с наличием обратной связи (переспроса) для обнаружения ошибок, возникающих в зашумлённых каналах связи. Позднее, с развитием криптографических хеш-функций (алгоритмов хеширования), контрольные суммы стали использоваться для подтверждения целостности и подлинности данных. Обычно контрольная сумма посылаётся (считывается) в конце сообщения:

<блок данных> <контрольная сумма>.

В настоящее время существует множество алгоритмов получения контрольной суммы: сложение байт, CRC (избыточный циклический код), MD5, SHA и т.д. CRC традиционно используется в проводных и беспроводных протоколах передачи данных (IEEE 802.3 – Ethernet, Bluetooth, ZigBee, CAN, Fibre Channel и т.д.) для контроля целостности управляющих фрагментов или кадров данных. Далее речь пойдёт об алгоритмах вычисления контрольных сумм CRC.

“Стандартный” алгоритм

Под стандартным алгоритмом подразумевается алгоритм, вычисляющий контрольную сумму CRC побитно, т.е. в каждом такте (итерации) данные последовательно продвигаются в некотором регистре на один бит, и в итоге в этом регистре получают контрольную сумму. Этот алгоритм широко известен по его аппаратной реализации на регистрах с обратной связью (рис. 1).



Рис. 1. Схематичное представление работы стандартного алгоритма на примере CRC8 (x^8+x^2+x+1)

На рис. 1 схематично показана работа простого алгоритма. Словесно для CRC8 его можно описать следующим образом.

Начало. Регистр (массив) 8 бит содержит нулевое значение, данные поступают в регистр через его младший разряд к старшим, начиная со старшего разряда данных последовательным сдвигом.

Шаг 1. Сдвигаем данные в регистре на один бит от младших к старшему разряду, в младший разряд регистра заносится бит из потока данных.

Шаг 2. Если выдвинутый бит из 8 разряда регистра равен 0, то переходим на шаг 4.

Шаг 3. Инвертируем содержимое 1, 2 и 3 разрядов регистра.

Шаг 4. Если ещё не все биты поступили в регистр из потока данных, то переходим на шаг 1.

Конец. В регистре содержится контрольная сумма CRC8.

При вычислении контрольной суммы CRC8 для последовательности бит данных в конец добавляют 8 нулей. При проверке контрольной суммы через регистр пропускают последовательность бит данных вместе с контрольной суммой в конце. В итоге проверки нулевое значение регистра соответствует безошибочному приёму. Если регистр содержит ненулевое значение, то произошло искажение данных в информационном блоке и/или в контрольной сумме.

Данный алгоритм вычисления контрольной суммы CRC8 требует выполнения множества итераций, что существенно замедляет процесс вычисления. В качестве ускорения вычисления контрольной суммы CRC в [1] предлагается сдвигать данные не по 1 биту за итерацию, а по 8 бит (байту). Предложенный в [1] алгоритм называется табличным.

Табличный алгоритм

При последовательном сдвиге данных по байту (вместо одного бита) за итерацию (такт) необходимо знать изменения, которые должны были происходить в течение 8 сдвигов при обычном алгоритме (для CRC8 – инвертирование трёх младших разрядов, в случае единичного значения выдвинутого разряда), поэтому их

(изменения) необходимо предварительно вычислить и занести в таблицу. Адресом в такой таблице будет служить содержимое регистра до сдвига (вытаскиваемый байт при сдвиге). Содержимое таблицы необходимо будет сложить по модулю два со значением регистра, в котором содержится байт данных после сдвига (рис. 2).

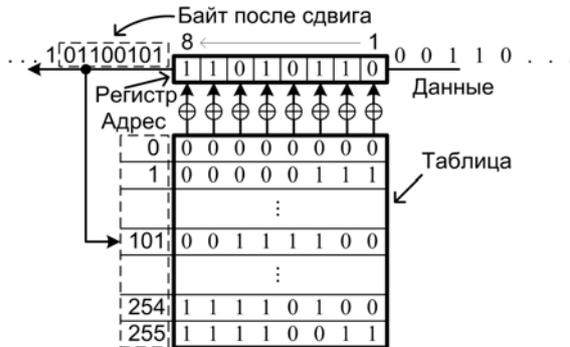


Рис. 2. Схематичное представление работы табличного алгоритма на примере CRC8 (x^8+x^2+x+1)

Словесно описать табличный алгоритм вычисления контрольной суммы CRC8 можно следующим образом.

Начало. Регистр (массив) 8 бит содержит нулевое значение, данные поступают в регистр начиная со старшего разряда данных последовательным сдвигом побайтно.

Шаг 1. Сдвигаем данные в регистре на один байт от младших к старшему разряду, в регистр заносится новый байт из потока данных.

Шаг 2. Выдвинутый из регистра байт задаёт адрес в предварительно подготовленной таблице.

Шаг 3. Выбранный по заданному адресу из таблицы байт складывается по модулю два с регистром.

Шаг 4. Если ещё не все байты прошли через регистр из потока данных, то переходим на шаг 1.

Конец. В регистре содержится контрольная сумма CRC8.

Процесс вычисления и проверки контрольной суммы не отличается от обычного алгоритма. В табличном алгоритме вместо побитового сдвига каждую итерацию данные сдвигаются на байт. В связи с этим длина потока данных должна быть кратной 8 бит, т.е. байту.

Однако, вместо использования таблицы из 256 байт (для CRC8) можно обойтись матрицей в 8x8 бит (8 байт), которая легко реализуется на комбинационных схемах.

Матричный алгоритм

Процесс вычисления и проверки контрольной суммы CRC8 в матричном алгоритме осуществляется также как и в табличном, за исключением того, что вместо таблицы используется операция умножения вектора

(выдвинутый байт) на матрицу (рис. 3). Матрица была специальным образом сформирована для кодового слова длиной 16 бит и образующего полинома x^8+x^2+x+1 [2].

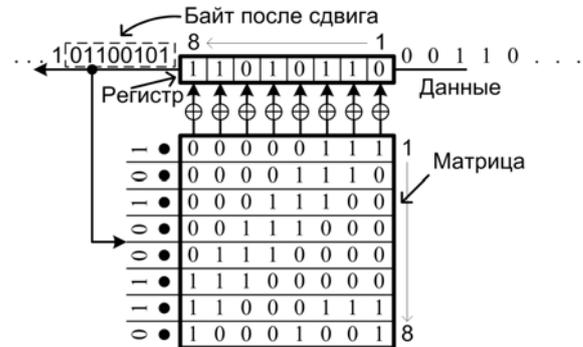


Рис. 3. Схематичное представление работы матричного алгоритма на примере CRC8 (x^8+x^2+x+1)

В заключении необходимо отметить, что в результате умножения вектора на матрицу получаем значение, идентичное содержимому таблицы по соответствующему адресу в табличном алгоритме. На нашем примере: $11000111 \oplus 11100000 \oplus 00011100 \oplus 00000111 = 00111100$.

Заключение

Матричный алгоритм вычисления контрольной суммы CRC позволяет обходиться без использования запоминающего устройства при аппаратной реализации. А при программной реализации требуемый объем памяти для хранения матрицы значительно меньше, чем требуется для хранения таблицы при использовании табличного алгоритма. Например, для CRC8 при вычислении по одному байту за итерацию матричному алгоритму потребуется 8 байт, табличному – 256 байт; при вычислении по два байта за итерацию матричному алгоритму потребуется 16 байт, табличному – 64 Кбайта; при вычислении по 4 байта за итерацию матричному – 32 байта, табличному – 4 Гб.

Литература

- Ross N. Williams. A Painless Guide to CRC Error Detection Algorithms [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ross.net/crc/download/crc_v3.txt, свободный.
- Буркатовская Ю.Б., Мальчуков А.Н., Осокин А.Н. Быстродействующие алгоритмы деления полиномов в арифметике по модулю два. // Известия Томского политехнического университета. – Томск: изд-во ТПУ, 2006 – №1 – С. 19-24.

МЕТОДЫ И ЗАДАЧИ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ

Я.В. Гармашов, О.В. Непомнящий

Сибирский федеральный университет. Институт космических и информационных технологий
Manticor88@mail.ru

Введение. Проблематика

В современных условиях негативные факторы техногенного, природного и террористического характера представляют одну из реальных угроз для обеспечения стабильного социально-экономического развития страны, повышения качества жизни населения и укрепления национальной безопасности. [1]

Вот почему вопросы технической безопасности и энергосбережения в настоящее время стоят особенно остро. Для России эти проблемы в силу географических, социальных и технических причин имеют первостепенную важность. Совершенно очевидно становится факт невозможности дальнейшего технологического развития страны без соответствующего, даже опережающего, развития методов и средств мониторинга и диагностики, направленных на своевременное обнаружение и предотвращение возникновения нарушений и аварийных ситуаций. [2]

В последние годы наблюдается значительный прирост чрезвычайных ситуаций техногенного характера, источниками которых являются стратегические строительные, ирригационные и геологические объекты (рисунок 1). Это вызвано недостаточной нормативно-правовой базой, регулирующей вопросы обеспечения мониторинга ССИиГО, усилением негативного воздействия антропогенных факторов, а также недостаточным учетом влияния опасных природных явлений на безопасность функционирования ССИиГО. [1] [3]

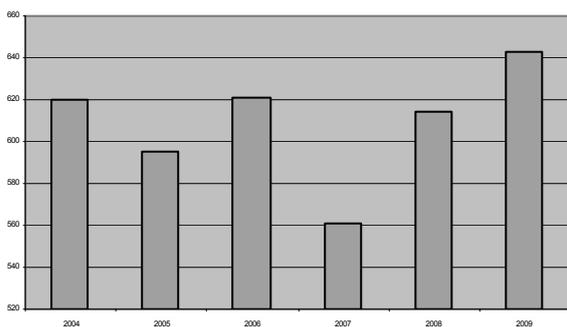


Рис. 1. Количество ЧС на стратегических строительных, ирригационных и геологических объектах за последние 6 лет по данным Ростехнадзора 06.11.2009

Основными причинами происшедших аварий и несчастных случаев является значительный износ основных фондов, нарушение технологии производства работ, неисправность, умышленное отключение технических устройств, недисциплинированность, неосторожность,

халатность исполнителей, невыполнение работниками возложенных на них обязанностей. Таким образом, помимо техногенных факторов, существует так же и человеческий фактор. [1]

Задачи (Рисунок 2) повышения качества продукции и обеспечения надежности и безопасности эксплуатации, сложных и потенциально опасных объектов ставят принципиально новые задачи создания методов и программно-аппаратных средств мониторинга их технического состояния.

К таким задачам можно отнести, например, задачи непрерывного во времени мониторинга температурного состояния сложных и потенциально опасных для человека конструкций в условиях ограниченного доступа, и больших размеров (протяженности): шахты, туннели, электрические кабельные линии, глубокие скважины в земле, трубопроводы на тепловых и атомных электростанциях, емкости для хранения агрессивных жидкостей, протяженные пожароопасные строительные объекты и т.п. [2]



Рис. 2. Задачи повышения качества продукции и обеспечения надежности и безопасности эксплуатации сложных и потенциально опасных объектов

С целью повышения безопасности ССИиГО необходимо обеспечение оперативности реагирования для предотвращения или ликвидации чрезвычайных ситуаций на основе научно-обоснованных решений управления.

Рассматривая проблему обеспечения безопасности ССИиГО, следует иметь в виду два направления:

– защита объектов от внешних воздействий с целью недопущения их разрушения и аварийных ситуаций;

– защита людей и окружающей среды от негативных факторов, формирующихся в случае, если авария все же произошла. [2]

Заключение

По оценке ведущих отечественных и зарубежных экспертов, в XXI веке диагностика и контроль качества будут занимать передовые места при решении проблем снижения техногенной аварийности, безопасности эксплуатации, энергосбережения, надежности изделий и объектов [1]. Системы, использующие один метод передачи данных (проводные, радиоканал) являются уязвимыми по надежности, так как не обеспечивают гарантированной передачи информации. Для предотвращения потерь информации, применяют комбинированные системы с многократно резервируемыми (комбинированными) каналами связи. Тем не менее, такие системы применяют только для мониторинга особо опасных объектов, т.к. они требуют больших организационных, материальных и других затрат. Примером может служить применение различных математических методов для решения, казалось бы, таких заурядных задач как установления какого-либо факта аварии. Например, при ударе молнии световая вспышка и ударная волна (гром) не совпадают по времени и не будет превышения температуры на объекте, а при взрыве на объекте световая вспышка и ударная волна будут совпадать и затем возникнет большая температура на объекте за счет возникновения пожара [4]. Решением проблемы может служить корреляция измерительных сигналов. В общем случае каждый аварийный сигнал с датчиков имеет некий обобщенный характерный вид (эталон). Такой эталон, например, можно сформировать на основе статистического обобщения (усреднения) нескольких десятков аварийных сигнальных реализаций для каждого типа датчика в виде временной последовательности, или в виде качественного описания на основе опроса нескольких десятков специалистов-экспертов в вербальном виде. Поэтому в процессе мониторинга производится непрерывное опознание аварийных измерительных сигналов с датчиков методом сравнения каждого типа сигнала со своим эталоном программным путем на микропроцессоре или при помощи аппаратной реализации этой процедуры [4].

Затем факт наличия аварийного сигнала с одного типа датчика проверяется на временное совпадение с аварийными сигналами с другими типами датчиков, при наличии совпадения (корреляции) делается вывод о возникновении ЧС.

По вычислению корреляционных характеристик измеренных данных, полученных с этих датчиков, производится обнаружение признаков ЧС независимо от операторов, охраны и персонала на объекте. Таким образом, обеспечивается повышение оперативности, надежности и достоверности мониторинга при развитии аварийных событий на объекте и в окружающей его среде. Это позволяет обеспечить системность при оценке аварийной ситуации на объекте и окружающей среде и автоматизировать процесс мониторинга. В этом случае мониторинг, включающий в себя алгоритмы опознавания и вычисления взаимной корреляции аварийных признаков, позволит предотвратить аварийную ситуацию на контролируемом объекте за счет принятия решений, а также спрогнозировать развитие аварийной ситуации [4].

Создание и применение в перспективных автоматизированных систем комплексного мониторинга ССИиГО обеспечит значительное снижение количества чрезвычайных ситуаций, вызываемых техногенными, экологическими, природными и террористическими факторами и, как следствие, сокращение материального ущерба, сохранение здоровья и жизни работников; повышение экологической и промышленной безопасности, а также действующих производств. [5]

Литература

1. Соколова Е.В. Естественные и точные науки. Технические и прикладные науки. / Е.В. Соколова. – г. Ставрополь: СевКавГТУ, 2008 г.- 298с.
2. Тепловой контроль и мониторинг технического состояния потенциально опасных объектов в условиях ограниченного доступа. / Научная статья. О.Н. Будадин, Т.Е. Троицкий-Марков. 20 октября 2008 г. – 6с.
3. Перминов А.Н. О новом подходе к решению задачи мониторинга критически важных объектов и (или) потенциально опасных объектов инфраструктуры Российской Федерации и опасных грузов: цели, задачи и направления развития. / А.Н. Перминов. - Журнал "Право и безопасность" Номер - 4 (17), Декабрь 2005 г. – 120с.
4. Заболотских В.И. Основные функции экологического мониторинга при аварийных ситуациях на потенциально-опасных объектах. / В.И. Заболотских. - г. Ижевск: ГУ Физико-технический институт Уральского отделения РАН, 1999 г. – 148с.
5. Макаров М.И. Концептуальные основы создания перспективной системы мониторинга объектов космической инфраструктуры России. / М.И. Макаров. “Управление, вычислительная техника и информатика” 2008 г. – 87с

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ЦИКЛА РАЗРАБОТКИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПЕРИФЕРИЙНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ УСКОРЕНИЯ РЕШЕНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЗАДАЧ НА БАЗЕ ПЛИС

Капилевич В.Л.

Томский политехнический университет
skkap@tpu.ru

Введение

Периодически в индустрии разработки программного обеспечения появляются задачи, для выполнения которых за приемлемое время и с необходимой точностью не хватает вычислительной мощности центрального процессора (ЦП). Обычно выполнение таких задач требуется при разработке научного ПО и некоторых САД (англ. Computer-Aided Design - система автоматизированного проектирования, САПР) систем. Примерами таких задач являются моделирование сложных физических процессов, в том числе и химических реакций, различные задачи численной многомерной оптимизации, некоторые из методов реализации искусственного интеллекта и многие другие. Большинство из этих и других подобных задач сводятся к простым для понимания, но вычислительно сложным задачам, например перемножение высокоразмерных матриц, решение систем уравнений с большим количеством неизвестных и др. Это позволяет легко выделить часть вычислительного ядра разрабатываемой программы для выполнения вне центрального процессора.

Существующие решения

На сегодняшний день разработано несколько методик для решения поставленной проблемы. Самым наглядным примером решения данной проблемы является видеоадаптер в пользовательских ПК, который в том или ином виде входит в комплектацию любого современного ПК. Все действия, выполняемые GPU (англ. Graphics Processing Unit - Графический процессор) могут в полном объеме выполняться на центральном процессоре, но в этом случае время расчетов будет неприемлемым для отображения в реальном времени, к примеру, высококачественного видео-потока. В последнее время также имеет место тенденция использовать вычислительные способности графического процессора для решения неграфических задач, что является решением проблемы недостатка вычислительных ресурсов для некоторых приложений. Данные технологии классифицируют как GPGPU (англ. General-purpose graphics processing units - GPU общего назначения) - технику использования графического процессора видеокарты для общих вычислений, которые обычно проводит ЦП. Одной из реализаций данной концепции является nVidia CUDA (англ. Compute Unified Device Architecture) - технология, позволяющая программистам реализовывать на упрощённом языке программирования Си алгоритмы, выполнимые на графических процессорах ускорителей GeForce [1]. В случаях,

когда вычислительных ресурсов ПК не хватает, прибегают к распределенным/облачным вычислениям или разработке специализированного вычислительного устройства, реализующего требуемый функционал с необходимой скоростью. Последнее решение имеет множество преимуществ по сравнению с облачными и распределенными вычислениями. Имея жестко ограниченное по функционалу устройство с известными характеристиками возможно достаточно точно предсказать его поведение, также не имеется дополнительных зависимостей, таких как постоянное подключение к сети Интернет, зависимость от загруженности канала или сервера. В плане безопасности, устройство, подключенное к ПК пользователя намного надежней, чем использование для вычислений удаленных серверов через общедоступные каналы связи. Еще одним плюсом является возможность использования различных интерфейсов подключения к ПК в зависимости от требуемой скорости передачи данных. Из минусов данного решения можно назвать стоимость конечного продукта, несравнимую со стоимостью других решений, которые имеют гораздо меньшую стоимость разработки, а также не требуют затрат на изготовление самого устройства, достаточно больших из-за неуниверсальности решения.

Концепция устройства

В качестве вычислительного ядра разрабатываемого устройства оправданно использовать ПЛИС (Программируемая логическая интегральная схема), т.к. современные модели ведущих производителей, таких как Altera и Xilinx, могут работать на достаточно высоких частотах, имеют большое количество логических ячеек и пользовательских входов/выходов для организации параллельных вычислений. Интерфейс коммуникации с ПК может организовываться как отдельно, так и входить в состав ПЛИС. Последние семейства ПЛИС от Altera, например Stratix IV имеют встроенный PCI Express контроллер [2], позволяющий сократить время разработки конечного устройства и предоставляющий канал связи до 5 Гбит/с. На рисунке 1 представлена типичная структурная схема подобного периферийного устройства. Принципиальная схема такого устройства также проста, т.к. вся логика заложена в ПЛИС и из внешних элементов можно отметить только генератор синхросигнала, разводку и стабилизацию питания, а также необходимые для работы ПЛИС элементы, например память для хранения конфигурации.

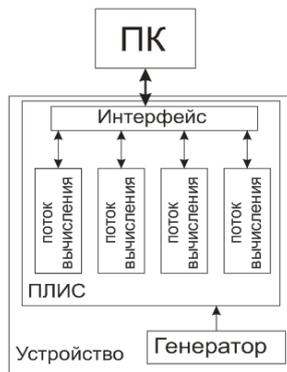


Рис. 1. Структурная схема разрабатываемого периферийного устройства

Цикл переноса части вычислений в специализированное периферийное устройство

Декомпозируем на этапы процесс переноса части вычислений на специализированное периферийное устройство:

1. Выделение части программы, предназначенной для оптимизации по времени выполнения.
2. Составление формального параллельного алгоритма выбранного участка программы и примерный расчет его сложности.
3. Расчет необходимой скорости вычислений и скорости передачи данных для выбора ПЛИС и коммуникационного интерфейса соединения устройства с ПК.
4. Выбор ПЛИС, руководствуясь требуемыми характеристиками:
 - Рабочая частота;
 - Требуемый набор периферии (DSP, Embedded processors);
 - Встроенная поддержка требуемых интерфейсов;
 - Форм-фактор;
 - Количество пользовательских входов/выходов, макроячеек и логических элементов.
5. Реализация алгоритма и его тестирование в одной из САПР для разработки под ПЛИС, например Altera Quartus II или Xilinx ISE в виде схемного решения или на одном из HDL (англ. Hardware Description Language - язык описания аппаратных средств) языков.
6. Разработка непосредственно устройства, которое в большинстве случаев типично и представляет собой соединение ПЛИС с интерфейсом компьютера.
7. Разработка драйверов для организации низкоуровневой связи ОС и устройства.
8. Сопряжение программного продукта с разработанным устройством и комплексное тестирование системы.

Конкретизируем некоторые, особо специфичные для рассматриваемой темы этапы. Первые четыре этапа являются ключевыми, т.к. они задают основные формальные требования к

конечному устройству, а как показывают исследования [3] для успешной разработки продукта на разработку требований необходимо отводить 20-30% от общего времени разработки. Главное требование к части программы, выполнение которой будет возложено на ПЛИС – возможность параллельного вычисления. Результат выполнения второго этапа лучше всего представлять в виде низкоуровневого алгоритма или булевой формулы, что упростит последующую реализацию на ПЛИС, а в случае представления в виде булевых формул позволит еще и оптимизировать алгоритм с помощью различных методов минимизации логических функций. Расчет сложности лучше всего выполнять в количестве операций для выполнения одного потока вычислений, а после выбора конкретной модели ПЛИС и конкретизации алгоритма можно рассчитать сложность в тактах. Расчет необходимой скорости вычислений производится на основе требований к быстродействию целевого приложения и данных о сложности алгоритма, выносимого на периферийное устройство. После этого, руководствуясь требуемым объемом передаваемых данных и частотой передачи, необходимо выбрать интерфейс взаимодействия ПК и устройства. Характеристики, которые играют роль в выборе ПЛИС, приведены в списке выше и фактически уже известны после выполнения первых трех этапов цикла разработки. Последующие этапы имеют менее научный характер и выполняются, основываясь на полученных в предыдущих этапах требованиях.

Заключение

Следует отметить, что методика создания программно-аппаратных продуктов мало распространена на сегодняшний день, но имеются успешные продукты, которые используют данную методику. Примером такой компании может служить Pinnacle Systems [4], распространяющая программно-аппаратные комплексы для работы с видео, что доказывает возможность существования подобных продуктов на современном рынке.

Литература

1. nVidia Corporation [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.nvidia.com/>, свободный.
2. Altera Corporation [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.altera.com/>, свободный.
3. Steve McConnell, Code Complete// Microsoft Press; 2nd edition, 2004.
4. Pinnacle Systems [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.pinnaclesys.com/PublicSite/>, свободный.

СПОСОБ АВТОМАТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ МЕТЕОДАНЫХ

Саврасов Ф.В., Шамин А.А.

Томский политехнический университет

temp_user@list.ru

В настоящее время существует несколько форматов передачи метеоданных, принятых системой телесвязи Росгидромета:

- формат Всемирной Метеорологической Организации (ВМО); стандартизован Всемирной Метеорологической Организацией и используется, как правило, для международного обмена; описание формата ВМО дано в “Наставлении по глобальной системе телесвязи” ВМО - № 386;

- формат Гидрометеорологической Службы России и стран СНГ (ГМС);

- формат ТГОП (телеграфной сети общего пользования ШЭГАО) для сбора метеоданных от станций и постов наблюдения в виде стандартных телеграмм. Применяется для обработки сообщений, содержащих сводки, поступающих в автоматизированные центры сбора для комплектования метеобюллетеней.

Данный формат в системах преобразуется в один из основных форматов: ГМС или ВМО. Использование этого формата повсеместно сокращается и будет прекращено в ближайшем будущем.

Сообщения, передаваемые по сети, могут быть двух видов: *циркулярными* и *адресованными* [1].

Циркулярные сообщения применяются для передачи регулярной гидрометеорологической и другой информации о природной среде и климате, которая образует основной трафик сети. Циркулярные сообщения, поступающие в сеть, не содержат указателей адресатов, которым они предназначены. Маршрут сообщения определяется центрами сети на основе маршрутных таблиц, которые составляются исходя из потребностей пользователей и пропускной способности имеющихся каналов.

Адресованные сообщения предназначены определенному пользователю сети. Они применяются для передачи нерегулярной гидрометеорологической и другой информации, а также для реализации различных процедур связи (подтверждение приема, запрос на повторение и т.д.). К такому типу сообщений относятся административные и служебные телеграммы, запросы в базы данных, ответы, поступающие из баз данных, и т.д.

Существующие форматы не всегда могут удовлетворять новым требованиям, постоянно возникающим вследствие развития системы гидрологических и метеорологических измерений. В связи с этим актуальна проблема создания средств автоматической классификации

поступающих метеоданных, отвечающих требованиям адаптивности и автономности.

Под адаптивностью понимается возможность изменять количество классифицируемых форматов и критерии классификации. Выполнение данного требования позволяет адаптировать программные средства для конкретных условий без изменения программного кода.

Под автономностью подразумевается независимость программного средства от наличия в системе других программных средств за исключением операционной системы. Выполнение данного требования позволяет использовать программные средства в различных системах, работающих с метеоданными.

Предлагается способ классификации метеоданных, основанный на сопоставлении с шаблоном, отличающийся тем, что для устранения неоднозначности сравнения, выбирается наиболее длинный шаблон из всех соответствующих.

Шаблон — формализованное описание строки, служащее для выделения строк определённого класса из всего множества. Выделенные строки называются соответствующими заданному шаблону. Шаблон состоит из обычных символов и управляющих (специальных) символов.

Под длиной шаблона понимается количество обычных символов в шаблоне.

Выработан *способ определения типа сообщений*, формируемых как пользователями, так и автоматически. *Способ определения типа сообщения* основан на анализе текста сообщения. Данный способ применяется только при отсутствии явного указания на тип сообщения (например, при получении сообщения от некоторых видов автоматических станций).

При анализе текста сообщения, которому изначально присвоен тип *NULL* (тип не определён), выделяются характерные признаки формата сообщения, позволяющие отнести его к одному из типов — ГАО (*GAO*), ГМС (*GMS*) или ВМО (*WMO*). Так же определяется искажённое сообщение, тип которого определить невозможно. В последнем случае сообщению присваивается тип *WRONG*. Полное множество типов сообщений, содержащих метеоданные, определяется как *MTYPES (GAO, GMS, WMO, NULL, WRONG)*. *NULL* - тип не определён, *WRONG* - сообщение искажено либо тип не удалось определить. На основе предложенного способа определения типа сообщения разработан *алгоритм определения типа сообщения*.

Для классификации сообщений по категории срочности (регламентируемое сроком, регламентируемое экстренное, прочее) предложен **способ классификации сообщений по категории срочности**. В основу способа положен комплексный анализ метаданных сообщения, его содержимого и регламента отправки сообщений.

На основе предложенного способа разработан **алгоритм классификации сообщений**. Входными данными алгоритма классификации сообщений являются:

- $STBL[N]$ - таблица описаний передачи регламентируемых сроками сообщений. N - количество сроков. Таблица имеет N строк, каждая из которых соответствует одному сроку передачи сообщения и содержит: t_{si} - время начала срока; t_{ai} - время актуальности данных; $MTYPE_i$ - тип сообщения, передаваемого в данный срок; $TMPL_i$ - строка-шаблон сообщения, передаваемого в данный срок; i - номер строки таблицы.
- $ITBL[M]$ - таблица описаний регламентируемых экстренных сообщений. Таблица имеет M строк, каждая из которых описывает один тип возможного регламентируемого экстренного сообщения и содержит: $MTYPE_j$ - тип сообщения, передаваемого в данный срок; $TMPL_j$ - строка-шаблон сообщения; j - номер строки таблицы.
- $M_{сообщ}[L]$ - текст сообщения (символьная строка известной длиной L символов).
- t - текущее время.

Выходными данными алгоритма классификации сообщений является класс срочности сообщения $MCLASS$ ($MCLS$, $MCLI$, $MCLO$).

Алгоритм состоит из 5 шагов:

- **Шаг 1.** Определяется тип сообщения $MTYPE$.
- **Шаг 2.** В таблице $ITBL[M]$ производится поиск строк, для которых выполняется условие $MTYPE_j = MTYPE$. Если такие строки не найдены

— переход к **шагу 4**.

- **Шаг 3.** Для каждой из найденных строк таблицы $ITBL[M]$ производится сравнение текста сообщения $M_{сообщ}[L]$ с шаблоном $TMPL_j$ по правилу сравнения регулярных выражений. Если есть хотя бы одно успешное сравнение, то сообщение имеет класс «**регламентируемое экстренное**» $MCLI$, **конец алгоритма**.

- **Шаг 4.** В таблице $STBL[N]$ производится поиск строк, для которых выполняется условие $t_{si} < t < (t_{si} + t_{ai})$. Если такие строки найдены — переход к **шагу 5**. Если таких строк не найдено — сообщение относится к классу «**прочие сообщения**» $MCLO$, **конец алгоритма**.

- **Шаг 5.** Для всех строк таблицы $STBL[N]$, удовлетворяющих условию $t_{si} < t < (t_{si} + t_{ai})$, производится сравнение текста сообщения $M_{сообщ}[L]$ с шаблоном $TMPL_i$ по правилу сравнения регулярных выражений. Если есть хотя бы одно успешное сравнение, то сообщение имеет класс «**регламентируемое сроком**» $MCLS$, **конец алгоритма**. Если таких строк не найдено — сообщение относится к классу «**прочие сообщения**» $MCLO$, **конец алгоритма**.

Данный алгоритм классификации метеоданных был реализован авторами в виде программы на языке С, входящей в состав аппаратно-программного комплекса сбора, обработки и передачи гидрометеорологической информации для информационных центров Росгидромета.

Литература

1. Сокращённый окончательный отчёт с резолюциями и рекомендациями. Комиссия по основным системам, внеочередная сессия, КЭРНС, 4-12 декабря 2002г. - Секретариат Всемирной Метеорологической Организации — Женева, Швейцария.
2. Дэвид Вандевурд, Николай М. Джосаттис. Шаблоны С++. Справочник разработчика. Перевод с английского — Издательский дом «Вильямс», 2003 г. - 544 с.

ПРОБЛЕМА НАВЕДЕНИЯ АПЕРТУРЫ ПЕРЕДАТЧИКА В СИСТЕМАХ АТМОСФЕРНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ

Грачев А.В., Киселёва Т.В.

Сибирский государственный индустриальный университет г.Новокузнецк
ansel@zaoproxy.ru

Введение

С древнейших времен в качестве носителя информации человек использует в основном акустические волны, звук и световые волны. Для увеличения дальности и определенного уменьшения угла направленности передачи сообщений люди использовали свет: огни костров на вершинах гор, в дальнейшем факелы и «костры тревог или побед» на высоких башнях. Моряки применяли сигнальные лампы для передачи информации. Сохранились сведения о том, что в XII в. до нашей эры весть о падении Трои была передана в Грецию именно оптическим путем. Современное широкое распространение Атмосферных Оптических Локальных Сетей (АОЛС) во многих странах мира началось в 1998 году, когда были созданы недорогие полупроводниковые лазеры мощностью в 100 мВт и более. Подобные системы весьма удобны в условиях когда прокладка традиционных кабельных систем сильно затруднена или очень дорогостоящая, например, соединении в единую сеть инфраструктуры предприятия на обширной площади.

Условия обеспечения доступности канала связи

Доступность канала связи определяется отношением времени бесперебойной работы линии к общему времени эксплуатации. По сути, это основной параметр, характеризующий потребительские свойства системы при заданном интерфейсе. Например, значение доступности 99,9% означает, что работоспособность линии связи будет нарушаться в течение 8,5 часов за год, а 99,8% - 17 часов в год и т.д. Из чего следует, что изменение показателя доступности на десятые доли процента приводит к изменению времени отсутствия связи в разы. Поэтому повышение показателя доступности даже на десятые и сотые доли процента является важнейшей задачей.

Мировая и отечественная практика показывает, что приемлемые значения доступности АОЛС должны находиться в диапазоне от 99,0% (при объединении сегментов локальных сетей) до 99,5-99,8% (для передачи голоса в телефонных сетях общего пользования и сетях мобильной связи). Для IP-приложений требуется доступность 99,2-99,5%. [1]. Для определения доступности линии необходимо быть уверенным в том, что точность наведения передатчика на приемник останется неизменной или будет колебаться в допустимом диапазоне, не допуская обрыва связи. Так же необходимо знать вероятность того, что величина потерь мощности сигнала, вызванная аэрозольным

рассеянием, не превысит значение динамического диапазона (DL) системы.

Динамический диапазон

Величина DL имеет различные названия в разных источниках: динамический диапазон, запас на затухание, запас на потери мощности, бюджет линии, энергетический потенциал и др. При правильной форме диаграммы направленности передатчиков и правильной установке оборудования именно величина DL однозначно и полностью описывает энергетику линии, поскольку включает в себя все основные технические характеристики оборудования и дальность линии связи. Эта величина также однозначно и полностью определяет устойчивость линии к погодным условиям. АОЛС работоспособна только при условии превышения DL над потерями в атмосфере. [2]

При условии $P_{\max} < Pr_{\max}$ запас на потери мощности в атмосфере DL равен:

$$DL = Pr_{\max} - Pr_{\text{mib}} - D_{\text{geom}} - D_{fl},$$

где:

- Pr_{\min} - минимально допустимый уровень сигнала на входе в приемную антенну;
- Pr_{\max} - максимально допустимый уровень сигнала на входе в приемную антенну;
- D_{geom} - геометрические потери;
- P_{\max} - максимальная (при отсутствии потерь в атмосфере) мощность;
- D_{fl} - потери на флуктуации.

Если $P_{\max} > Pr_{\max}$, то запас на потери:

$$DL \leq Pr_{\max} - Pr_{\text{mib}} - D_{\text{geom}} - D_{fl}$$

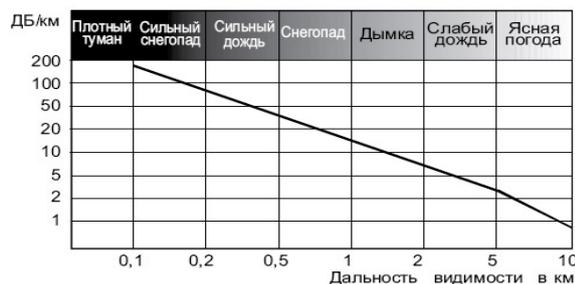
не превышает динамический диапазон приемника. В этом случае необходимо уточнять у производителя, каким образом происходит снижение мощности на приемнике и каким остается значение DL. На сегодняшний день значения приведенного динамического диапазона D1 находятся в интервале от 17 дБ для светодиодных систем до 45-50 дБ для лазерных.

Геометрические потери

Данные показатели справедливы только при условии точного наведения апертуры передатчика на точку приема. То есть, каковы геометрические потери при передаче. Так как лазерный луч - это пучок света, то он имеет угол расхождения. А значит, на точке приема диаметр пятна света будет превышать диаметр линзы приемника. В

большинстве случаев эти потери находятся в границах допустимого диапазона и не оказывают существенного влияния на стабильность канала. Но проблема точного наведения апертуры передатчика идеальна решается только в теории и особенно при больших расстояниях навести луч передатчика на приемник становится значительно сложнее. Поэтому, неизбежно, в дальнейшей эксплуатации появляются проблемы, связанные как раз с ошибками при наведении.[2] И плюс к ним добавляются проблемы потерь в атмосфере (таблица 1). Эти проблемы являются наиболее важными при монтаже атмосферных лазерных систем связи.

Таблица 1. Зависимость доступности оптического канала связи в разных погодных условиях



Автонаведение

Для обеспечения максимальной доступности канала связи при изменяющихся погодных условиях следует учесть следующие основные факторы:

- загрязненность атмосферы;
- насыщенность атмосферы световыми волнами;
- направленность луча и геометрические потери.

Регулирование этих факторов позволит достичь необходимой доступности канала связи.

Загрязненность атмосферы это, как правило, пыль и другие посторонние частицы, которые содержатся в воздухе. Чтобы свести к минимуму их влияние, используют повышение мощности передающего луча способного, пробиться через загрязненный воздух.

Насыщенность атмосферы это фактор обратный загрязненности. Он проявляется в ясную и солнечную погоду, когда солнечное излучение настолько насыщенно, что в купе с излучением передатчика приводит к ослеплению (перенасыщению) приемника, и тот оказывается не в состоянии корректно принимать передающий сигнал. В таком случае производителем оборудования предусмотрена функция понижения мощности передающего узла.[3]

Самым сложным в устранении (свидение к минимуму) фактором является система наведения. Хотя производители и выпускают целый ряд устройств для автоматического наведения луча, все равно это требует вмешательства человека в сам процесс. Поэтому восстановление узла после сбоя наведения - длительный процесс, связанный с вызовом квалифицированного специалиста.

Вопрос стоял бы иначе, если бы передающее устройство имело свою самостоятельную систему автонаводки, без вмешательства человека. Такая система может быть реализована путем внедрения в конструкцию ряда датчиков и подвижных механизмов и создания соответственного программного обеспечения, желательно интегрированного в протокол передачи данных.

В таком случае программный комплекс, основываясь на данных датчиков (показатель насыщенности, снижение мощности приема), вносил необходимые корректировки в работу передающего узла рис. 1.

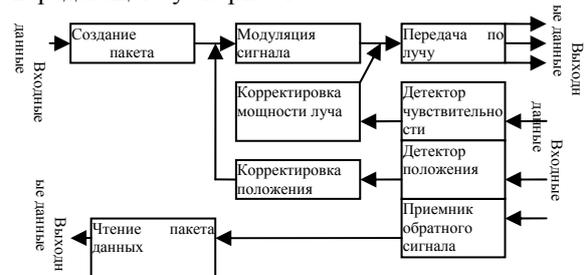


Рис. 1. Схема автонаведения системы

Модель, описывающая данную схему, должна учитывать:

- минимально допустимый уровень сигнала на входе в приемную антенну;
- максимально допустимый уровень сигнала на входе в приемную антенну;
- насыщенность естественного света;
- диапазон допустимой корректировки геометрических потерь.

Заключение

Программное обеспечение, использующие данную модель, является средством динамической корректировки наведения передающего луча. Разработка и принятие подобного программного обеспечения позволит производить автонастройку канала связи без участия человека и долговременных сбоях.

Литература

1. Физические основы распространения светового потока в воздушном пространстве. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://laseritc.ru/?id=64> свободный.
2. Scott Bloom, Eric Korevaar, John Schuster, Heinz Willebrand / Принципы работы FSO - систем // Перевод с английского - ООО "МОСТКОМ" June 2003 / Vol. 2, No. 6 / JOURNAL OF OPTICAL NETWORKING Режим доступа: <http://www.moctkom.ru/articles/fso-osa/fso-osa.htm> свободный.
3. Влияние погодных условий на надежность АОС (ВЕСТНИК СВЯЗИ №4, 2002). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.moctkom.ru/articles/article1/article1.htm> свободный

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ОБМЕНА ДАННЫМИ МЕЖДУ УЗЛАМИ ПРОМЫШЛЕННОЙ СЕТИ CAN ДЛЯ MCU SH2A

Обухов Д.С.

Томский политехнический университет
obukhovds@gmail.com

Введение

Актуальность работы продиктована повсеместным распространением систем автоматизации технологических процессов, между элементами которых необходима контролируемая, надежная и безопасная связь. Для обеспечения такой связи в системах автоматизации используются специальные промышленные сети. Промышленной сетью называют сеть передачи данных, связывающую различные датчики, исполнительные механизмы, промышленные контроллеры и используемую преимущественно в автоматизированных системах управления технологическими процессами. Наиболее распространенным типом промышленной сети является CAN (англ. Controller Area Network—сеть контроллеров) [1].

Постановка задачи

Большинство современных микроконтроллеров, в числе которых SH7201 компании Renesas Technology [2], имеют встроенный сетевой контроллер, но опыт применения CAN в системах автоматизации технологических процессов показывает, что использование интерфейса, не адаптированного под конкретные задачи, не отвечает требованиям, предъявляемым к надежности системы. Поэтому целью работы является разработка программных средств для организации обмена данными между узлами промышленной сети CAN для RSK SH7201. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- изучить особенности RSK SH7201 и периферийных устройств: RCAN-ET и MTU2 [3];
- провести анализ существующих подходов реализации протоколов обмена данными в промышленной сети CAN;
- с учетом заданных требований разработать алгоритм детерминированной (в режиме реального времени) передачи данных от одного узла сети другому;
- реализовать алгоритм на языках C и Ассемблер в среде разработки программного обеспечения для микроконтроллеров SH2A HEWv4.0;
- провести исследование работоспособности программных средств.

Изучение работы промышленных сетей CAN

На практике под CAN-сетью подразумевается сеть топологии «шина». CAN-сеть предназначена для коммуникации так называемых узлов, состоящих из CAN

контроллера, который обеспечивает взаимодействие с сетью и реализует протокол, и микропроцессора (CPU). Передача данных по сети ведется кадрами. Полезная информация в кадре состоит из идентификатора длиной в 11 бит (стандартный формат) или 29 бит (расширенный формат) и поля данных до 8 байт. Идентификатор служит для определения приоритета при попытке одновременной передачи несколькими узлами сети и содержит информацию о содержимом пакета. К преимуществам CAN-сетей относят возможность работы в режиме реального времени, простота реализации и минимальные затраты на использование, высокая устойчивость к помехам, контроль ошибок передачи и приема, широкий диапазон скоростей передачи. Недостатки—длина сети обратно пропорциональна скорости передачи данных, большой размер служебных данных в кадре, отсутствие общепринятого стандарта на протокол верхнего уровня. Последнее можно отнести и к достоинству, т.к. отсутствие общего стандарта дает разработчикам возможность проектировки различных протоколов CAN с любыми характеристиками.

Особенности работы контроллера RCAN-ET для SH7201

Устройство RCAN-ET SH7201 обладает следующими особенностями:

- поддерживает стандарт CAN2.0B;
- имеет 2 канала двунаправленной, двухпроводной последовательной передачи данных;
- каждый канал имеет 16 программируемых «почтовых ящиков» (буферов);
- размер пакета данных от 0 до 8 байт;
- скорость передачи данных до 1 Мбит/с (при тактовой частоте 40 МГц);
- отправленные данные ставятся в очередь приоритетно по идентификаторам;
- имеет гибкую структуру прерываний.

Модуль RCAN-ET формируется из 4 главных составляющих: микропроцессорный интерфейс (MPI), буферы приема и передачи сообщений, совокупность регистров контроля буферов, CAN интерфейс.

Требования к программным средствам передачи данных для RCAN-ET SH7201

Изучив принципы работы промышленной сети CAN, особенности RSK SH7201, сетевого контроллера RCAN-ET, структуры прерываний, представим базовые требования разрабатываемых программных средств:

- задание 29-битного идентификатора для буферов. Используя 29-битный идентификатор, можно реализовать сеть с большим количеством узлов;
- задание необходимой для оборудования скорости передачи данных от 250 Кбит/с;
- наибольшая скорость передачи данных по сети — 1Мбит/с. Время передачи 8 байт данных при такой скорости — 130 мкс;
- передача и прием кадров происходят в режиме реального времени, т.е. обеспечивается детерминированность системы;
- использование кольцевых буферов для передачи и приема кадров. Кольцевой буфер на передачу формирует очередь из кадров, которые необходимо передать. Кольцевой буфер приема используется для временного хранения данных.

Разработка алгоритма передачи данных в промышленной сети [4]

Общая схема передачи данных от одного узла к другому для промышленной сети представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Общая схема передачи данных между узлами сети CAN

Сначала определяются кадры (массивы данных или строки), которые необходимо передать другому узлу или нескольким узлам. Следующим этапом выполняется секция инициализации, которая включает в себя:

- инициализацию Микроядра;
- инициализацию двух кольцевых буферов, которые содержат в себе очередь кадров на передачу и очередь принятых кадров;
- инициализацию таймера MTU2. Данный таймер используется для организации передачи кадров через определенный промежуток времени (до 100 мс), что обеспечивает детерминированный обмен данными между узлами;
- инициализацию устройства RCAN-ET. При инициализации происходит настройка необходимых регистров, а также задается уровень приоритета прерываний источников RCAN-ET—указывает разработчик. Затем — постановка кадров в очередь в кольцевой буфер вызовом специальной функции. Эти этапы выполняются в главной функции void main (void), которая также содержит в себе фоновую задачу, т.е. часть

программного кода, выполнение которого организованно как бесконечный процесс (цикл (while(1))). Фоновая задача может состоять из некоторого количества вызовов подпрограмм, а может быть пустой.

Заключение

На основе изучения:

- принципов работы промышленных сетей, в частности сети стандарта CAN;
- особенностей RSK SH7201 с микроконтроллером на базе ядра SH2A и периферийных устройств RCAN-ET и MTU2;
- структуры прерывания устройств RCAN-ET и таймера MTU2 и проведения сравнительного анализа существующих подходов реализации обмена данными в промышленной сети CAN достигнуты следующие результаты:
- сформулированы требования к разработке алгоритма детерминированной передачи данных от одного узла сети к другому;
- разработан алгоритм передачи данных;
- с использованием средств языков C и Ассемблер в среде разработки программного обеспечения HEWv4.0 реализованы процедуры:
 - а) инициализации каналов модуля RCAN-ET;
 - б) инициализации таймера MTU2;
 - в) инициализации кольцевых буферов для передачи и приема кадров;
 - г) постановки кадров в очередь кольцевого буфера на передачу;
 - д) передачи и приема кадров;
 - е) постановки принятых кадров в кольцевой буфер;
- проведено тестирование, которое показало работоспособность программных средств.

Литература

1. Описание шины CAN.—Режим доступа: http://itt-ltd.com/reference/ref_can.html, вход свободный
2. Renesas Interactive.—Режим доступа: <http://www.renesasinteractive.com>, вход свободный
3. SH7201 Group Hardware Manual. Renesas 32-Bit RISC Microcomputer SuperH RISC engine Family/SH7200 Series R5S72011. – 2006. – 1208 с.
4. Обухов Д.С. Разработка открытого протокола верхнего уровня для организации обмена данными между узлами промышленной сети на базе RCAN-ET микроконтроллера SH2A //Технологии Microsoft в теории и практике программирования: Сборник трудов VI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых - Томск, 17-19 марта 2009.

АГЕНТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАРШРУТИЗАЦИИ В КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЯХ

Баннова Л.А., Кораблин М.А.

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики
yolante@mail.ru

Введение

Ввиду сложности структур современных компьютерных сетей, задача маршрутизации не решается в полной мере и оптимально. В большинстве случаев это связано с маршрутизаторами, не справляющимися с поддержанием таблиц маршрутизации, и выбором оптимальных маршрутов для данного класса трафика. Поэтому возникает задача исследования существующих алгоритмов маршрутизации с целью улучшения их характеристик, или создания новых алгоритмов маршрутизации.

Любая компьютерная система, особенно функционирующая в Интернет, должна быть способна взаимодействовать с различными компонентами, организациями и сетевыми операционными системами без постоянного управления со стороны пользователей. Такие функциональные возможности требуют средств реализации динамического поведения, автономности и адаптации отдельных компонентов, использования методов, основанных на переговорах и кооперации, которые лежат в основе агентно-ориентированных систем.

В качестве довода в пользу использования агентно-ориентированных систем часто приводят три наиболее важных свойства агентных приложений [1]:

- данные, механизмы управления, знания и ресурсы распределены;
- система естественным образом представляется как сообщество автономных сотрудничающих компонентов;
- система содержит унаследованные компоненты, которые должны взаимодействовать с другими, возможно новыми программными компонентами.

Технологии агентно-ориентированного моделирования предоставляют возможность исследовать и создавать приложения компьютерных сетей, в том числе Интернет, разработать которые с использованием традиционных подходов, было практически невозможно. Они обеспечивают более развитые средства для понимания процессов, происходящих в компьютерных сетях, в частности, связанных с ведением электронного бизнеса, поиском информации, распространением вирусных эпидемий, защитой от сложных сетевых атак и др.

В работе предлагается подход и инструментальные средства для исследования маршрутизации в компьютерных сетях на основе агентно-ориентированного моделирования. Подход основан на представлении сетевых систем в виде комплекса динамически

взаимодействующих команд интеллектуальных агентов, которые находятся между собой в состоянии сообщества.

В *первом разделе* описывается общий подход к агентно-ориентированному моделированию. Во *втором разделе* рассмотрен пример одной из задач исследования маршрутизации в компьютерных сетях. В *третьем разделе* представлена выполненная реализация среды моделирования. В *заключении* формулируются результаты работы и направления будущих исследований.

Общий подход к моделированию

Использование моделирования процессов маршрутизации в компьютерных сетях, основанного на мультиагентных технологиях, предполагает, что формализуемые процессы представляются в виде взаимодействия различных команд программных агентов в динамической среде, задаваемой посредством модели компьютерной сети.

Сложное поведение компьютерной сети как системы проявляется посредством локальных взаимодействий отдельных агентов. Предполагается, что агенты осуществляют сбор информации из различных источников, оперируют определенным родом знаниями, прогнозируют намерения и действия других агентов, оценивают возможные риски, реагируют на действия других агентов.

Предлагаемый подход к организации командной работы агентов базируется на совместном использовании элементов теории общих намерений, теории разделяемых планов и комбинированных подходов [2] и учитывает опыт программной реализации мультиагентных систем [3].

Специализация каждого агента отражается подмножеством узлов онтологии. Некоторые узлы онтологии могут быть общими для пары или большего количества агентов. Обычно только один из этих агентов обладает детально структурированным описанием этого узла. Именно этот агент является обладателем соответствующего фрагмента базы знаний. В то же время, некоторая часть онтологических баз знаний является общей для всех агентов, и именно эта часть знаний является тем фрагментом, который должен играть роль общего контекста (общих знаний). Структура команды агентов описывается в терминах иерархии групповых и индивидуальных ролей. Механизмы взаимодействия и координации агентов базируются на процедурах обеспечения

согласованности действий, мониторинга и восстановления функциональности агентов. Спецификация иерархии планов действий осуществляется для каждой из ролей. Для каждого плана описываются: начальные условия, когда план предлагается для исполнения; условия, при которых план прекращает исполняться; действия, выполняемые на уровне команды, как часть общего плана. Для групповых планов явно выражается совместная деятельность. Предполагается, что агенты могут реализовать механизмы самоадаптации и эволюционировать в процессе функционирования.

Пример исследования маршрутизации в компьютерной сети

Ставится целью *разработка алгоритма маршрутизации AntNet как наиболее перспективного направления в области повышения эффективности процессов маршрутизации.*

Представим компьютерную сеть как некоторую окрестность – узлы соединены линиями связи. Каждый узел в сети характеризуется двумя структурами данных: локальной моделью трафика и вероятностной таблицей маршрутизации. В такой сети будем рассматривать муравьев в качестве мобильных агентов. Каждый мобильный агент движется от одного узла сети к другому, при этом собирая информацию о линиях связи, соединяющих эти узлы. Чтобы распространить собранную информацию по сети, агент должен вернуться в узел, отправивший его. Для этого у каждого агента существует память, организованная в виде стека, в которую записан весь маршрут движения агента от узла-источника в узел-приемник. При выборе пути движения от узла-источника в узел-приемник через промежуточные узлы агенты используют определенные правила выбора пути (муравьи оставляют следы феромона – выделяемого ими вещества). В результате своего движения агенты собирают информацию о состоянии трафика и обновляют главные структуры данных узла. Аналогию с колонией муравьев в сетях использовали М. Дориго и Д. Ди Каро для создания распределенного, адаптивного алгоритма маршрутизации AntNet.

В этом алгоритме моделирование искусственной колонии муравьев протекает в итерационном процессе. Во время построения решения каждый муравей собирает информацию, содержащую характеристики задачи, оценивает собственную производительность и использует эту информацию для модификации представления задачи с локальной точки зрения других муравьев. Представление о задаче модифицируется таким образом, что информация, содержащаяся в

предыдущем хорошем решении, может быть использована для построения новых лучших решений.

Реализация среды моделирования и эксперименты

На основе OMNeT++ INET Framework разработана среда для мультиагентного моделирования сложных систем в компьютерной сети (Интернет) на примере *маршрутизации с помощью адаптивного алгоритма AntNet*. Система разработана на основе OMNeT++ INET Framework на языке C++. Модели агентов, реализованные в Agent-based Framework, представлены типовыми агентами. Subject Domain Library содержит различные модели узлов, а также модели приложений.

В среде моделирования проведен ряд экспериментов с использованием конфигураций компьютерных сетей, близких по топологии к фрагментам Интернет. Сеть состоит из трех подсетей. Моделирование продолжается до заданного момента времени, отражая шаги маршрутизации.

Заключение

В работе предложен подход к моделированию маршрутизации в компьютерных сетях, подобных Интернет. Рассмотрена архитектура среды моделирования, использующая предложенный подход. На основе OMNeT++ INET Framework разработана среда для агентно-ориентированного моделирования на примере работы алгоритма AntNet. Она позволяет моделировать большой спектр вариантов маршрутизации в зависимости от типа трафика. Дальнейшее развитие работы связано со сравнением работы алгоритма AntNet и известных и широко применяемых алгоритмов маршрутизации, совершенствованием среды моделирования (в том числе на основе реализации данной задачи маршрутизации в Интернет), исследованием эффективности механизмов внутрикомандного взаимодействия агентов, реализацией механизмов адаптации и самообучения агентов.

Литература

1. A.H.Bond, L.Gasser (Eds.). Readings in Distributed Artificial Intelligence. Morgan Kaufmann. 1988.
2. В.Городецкий, И.Котенко. Концептуальные основы стохастического моделирования в среде Интернет // Труды института системного анализа РАН, том 9: Фундаментальные основы информационных технологий и систем. – М.: УРСС, 2005.
3. Tambe M. Towards flexible teamwork // Journal of AI Research. Vol.7. 1997.

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗБИЕНИЯ МЕТОДОМ КВАДРОДЕРЕВА ПРИ ФРАКТАЛЬНОМ СЖАТИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

А.Н. Осокин, М.П. Шарабайко
Томский политехнический университет
sme_box@tpu.ru

Введение

Несмотря на бурное развитие вычислительной техники, увеличение объемов памяти устройств хранения информации, а также пропускной способности интерфейсов передачи данных, задача компрессии информации не утрачивает своей важности.

В области сжатия изображений получили широкое распространение алгоритмы сжатия с потерями. Из них можно выделить алгоритм фрактального сжатия, обладающий рядом преимуществ, среди которых можно отметить независимость распаковываемого изображения от разрешения, быстрый процесс декодирования, хорошее качество декодирования.

С момента появления в середине 90-х годов XX века первостепенной проблемой виделось большое время кодирования. Сегодня, с развитием вычислительной техники и алгоритмов сжатия, наиболее значимой проблемой можно считать возможности алгоритма по качеству декодирования изображения и степени сжатия, зависящие, в первую очередь, от метода разбиения изображения на ранговые области.

В статье сравниваются два метода разбиения изображения на ранговые области: разбиение блоками фиксированного размера и разбиение методом квадродерева [1,2]. Дополнительно приводятся характеристики алгоритма JPEG.

Ранговые блоки фиксированных размеров

Проще всего изображение разбить на непересекающиеся ранговые области фиксированного размера (рис. 1). Доменные области при этом так же фиксированного, но большего размера, могут пересекаться (рис. 2). Чем больше получено доменов для сравнения, тем лучше результат, но дольше процесс кодирования.

Данный подход успешен, когда при кодировании применяется адаптивный механизм квантования, т.е. для кодирования регионов с малым количеством деталей отводится меньшее количество бит информации, нежели для блоков с большим количеством деталей (как например в JPEG).

Фрактальное сжатие кодирует структуру изображения, которая никак не учитывается при данном виде разбиения, поэтому схема дает сопоставимый с алгоритмом JPEG результат по качеству декодированного изображения в основном лишь при размере ранговой области 4 на 4 пикселя. Поскольку коэффициент сжатия зависит от количества ранговых областей, то размер файла при использовании базового алгоритма превышает размер файла JPEG в

несколько раз в зависимости от размера изображения.



Рис. 1. Множество ранговых блоков фиксированного размера



Рис. 2. Множество доменных блоков большего размера

Разбиение методом квадродерева

Для фрактального сжатия, кодирование регионов с малым количеством деталей меньшим количеством бит информации можно осуществить, разбивая такие области на ранговые блоки большего размера (область описывается меньшим количеством ранговых блоков). Соответственно, области с большим количеством деталей разбиваются на большее число ранговых блоков. Такая особенность реализуется, например, при разбиении изображения с помощью квадродерева. На рис. 3 приведен пример разбиения изображения на множество ранговых блоков, полученный с помощью программы IMG System [3].

Имеется начальное разбиение на ранговые блоки. Если для какого-либо рангового блока не

удается подобрать хорошо соответствующий доменный блок с учетом предустановленного порога соответствия, то ранговый блок, если максимальная глубина разбиения еще не достигнута, разбивается на четыре квадранта и процесс повторяется. Иначе сохраняется наилучшие коэффициенты. Более подробно алгоритм рассматривается в литературе, например, в [1,2,4].

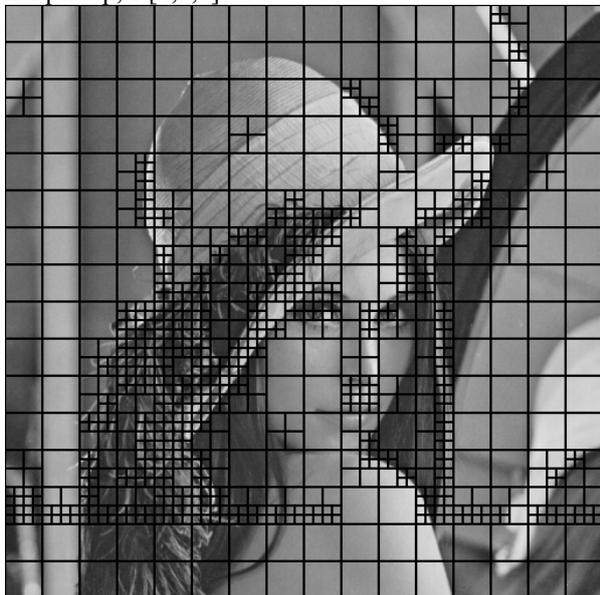


Рис. 3. Разбиение методом квадродерева [3]

Практические результаты

Практические исследования алгоритмов фрактального сжатия производятся с помощью авторских реализаций.

Фрактальный алгоритм имеет довольно много регулируемых параметров, от которых зависят все основные характеристики алгоритма сжатия с потерями.

В статье регулируется порог выбора доменного блока (значимости), т.е. значение ошибки (среднеквадратической) между данными ранговым и доменным блоками. Если ошибка ниже заданного порога, то дальнейший поиск не ведется, что, в случае с разбиением методом квадродерева, означает, что дальнейшее разбиение данного рангового блока на более мелкие не происходит.

Минимальная и максимальная глубина рекурсии для разбиения методом квадродерева задают начальное разбиение и максимально допустимое (см. описание метода).

Другой параметр – пренебрежение младшими битами коэффициента сдвига яркости. Поскольку данные коэффициенты являются слагаемыми, то пренебрежение некоторым количеством младших бит внесет небольшую погрешность, но может увеличить коэффициент сжатия.

Результаты и параметры алгоритма JPEG получены с помощью программы Adobe Photoshop 7.0.

Сравнительные характеристики трех алгоритмов (стандартного JPEG, фрактального сжатия с фиксированными блоками и с

разбиением методом квадродерева) приведены в таблице 1. Тестовое изображение Lena.bmp 8 бит на пиксель, 257 Кб. Приняты следующие обозначения параметров:

- **фрактальное сжатие методом квадродерева:** минимальная глубина, максимальная глубина, порог значимости, количество пренебрегаемых младших бит;
- **фиксированный размер блоков:** размер рангового блока, порог значимости, количество пренебрегаемых младших бит;
- **JPEG:** параметр качества.

Таблица 1. Сравнительные результаты

Алгоритм	Параметры	Размер файла, Кб	SSIM	PSNR, dB
JPEG	3 -низкое	34,4	0,923	35,999
	5 -среднее	42,2	0,941	37,403
Фракт., квадродерево	4,6,256,3	11,4	0,819	27,787
	5,7,256,0	50,9	0,936	33,421
	5,7,1024,3	30,7	0,912	31,955
	6,8,512,3	63,1	0,940	35,299
Фракт., фиксир. блоки	4,0,0	61,5	0,917	34,434
	8,0,0	14,4	0,849	29,795
	4,512,3	55,3	0,895	32,457

Заключение

По результатам исследований разбиение методом квадродерева показывает лучший результат сжатия с учетом качества декодирования, чем при разбиении на блоки фиксированных размеров. При хорошем подборе параметров алгоритм показывает конкурентоспособные характеристики. При этом существует множество подходов по увеличению коэффициента сжатия за счет незначительных потерь. Среди них стоит отметить использование локального доменного пула [4], применение гибридной схемы [5]. Почти половину размера файла фрактального кода сжатого изображения составляют индексы соответствующих доменных блоков, поэтому уменьшение количества доменов либо более эффективная адресация способна существенно уменьшить размер файла.

Литература

1. Fisher, Y. Fractal Image Compression – Theory and Application. Springer-Verlag, New-York, 1994.
2. D. Salomon. Data Compression. The Complete Reference. 3rd edition. Springer-Verlag. New York. 2004, pp 494 – 511.
3. Stephen Welstead. Программный продукт IMG System [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://spie.org/samples/dfractional_book.zip свободный (06.12.2009).
4. B. Wholberg, G. de Jager A Review of the Fractal Image Coding Literature – IEEE Transactions on Image Processing, vol. 8, no. 12, December 1999
5. Ватолин Д.С. Гибридная схема фрактальной компрессии и квантования векторов для малых блоков, МГУ, 1998

КОМПЛЕКС АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ КОММУНИКАЦИОННЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ

Качалов А.Н.

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
kachalov@sibmail.com

Введение

Перед большинством промышленных предприятий, в той или иной степени, стоят задачи оптимизации основных технологических процессов, так и повышения эффективности управления предприятия в целом. Поэтому для получения дополнительных конкурентных преимуществ, предприятие вынуждено идти в сторону уменьшения влияния человеческого фактора и внедрения на своих предприятиях компьютеризированных информационно-управляющих комплексов. Создание многоуровневой системы управления, решающей задачи на каждом конкретном участке производства и передающей информацию на высокий уровень принятия решений, не является в настоящее время сверхзадачей.

В мире промышленной автоматизации вопрос передачи информации является одним из базовых. Решением данного вопроса является применение коммуникационного оборудования, которое выполняет функции передачи данных используя различные промышленные интерфейсы.

На данный момент существует более 100 промышленных интерфейсов, а активно применяются почти 50 [1]. Наиболее известные из них Profibus-DP, MODBUS, Hart, Profibus FMS, Fieldbus Foundation, Profibus PA, CAN, PROFINET, EtherCAT, SERCOS. Для оценки масштаба развития промышленных сетей можно сказать, что в мире более 28 миллионов устройств работают только в Profibus сетях [2].

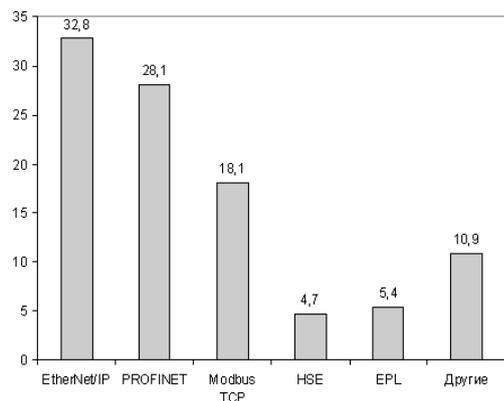


Рис. 1. Состояние рынка Industrial Ethernet на 2008 г [3]

В последнее время наблюдается четкая тенденция широкого распространения Industrial Ethernet промышленных сетей за счет более низкой цены.

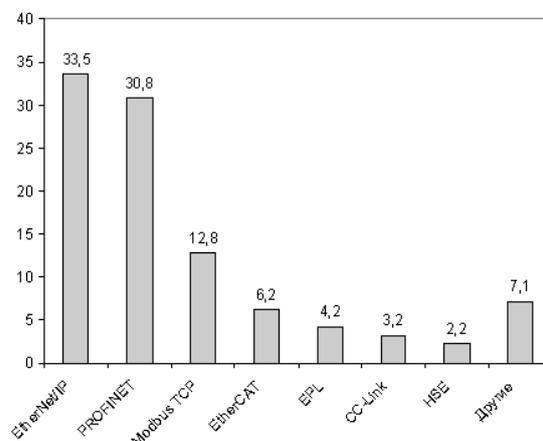


Рис. 2. Прогноз развития рынка Industrial Ethernet на 2013 г [3]

Техническое состояние промышленных сетей как и любых других подвержено влиянию времени. И конечно же в ней происходят деградиционные процессы. Техническое состояние может как изменяться плавно так и скачкообразно. Таким образом вопрос технической диагностики коммуникационных интерфейсов является весьма актуальным, учитывая также тот фактор, что аспекты безопасности и надежности систем передачи данных в промышленности имеют важное значение.

На текущий момент существует классификация средств диагностирования любых объектов технической природы.



Рис. 3. Классификация средств технического диагностирования

Диагностирование промышленной сети человеком “вручную”, без специализированных приборов является процедурой весьма трудоемкой и положительный исход ее не гарантирован. Для сокращения времени и повышения глубины технического диагностирования необходимо применять

приборы автоматизированной диагностики. Для формирования требований к автоматизированной системе технического диагностирования коммуникационных интерфейсов. Необходимо понять с какими проблемами может столкнуться специалист при диагностировании промышленной сети. Это прежде всего:

- 1) Большие потоки информации
- 2) Высокие скорости обмена
- 3) Большая протяженность сети
- 4) Большое количество коммуникационного оборудования
- 5) Одновременное отслеживание состояние сети в ее разных участках
- 6) Сопряжение разнородных сетей

Учитывая важнейшие современные проблемы диагностирования промышленных сетей, формируется картина будущей системы. Данный комплекс диагностирования должен состоять из двух составных частей:

- 1) Базовая станция
- 2) Диагностические коммуникационные модули

Обмен информацией между базовой станцией и диагностическими коммуникационными модулями, в связи с необходимостью одновременного отслеживания состояния сети в ее разных участках, которые могут быть значительно удалены друг от друга, должен осуществляться средствами беспроводных технологий. К данной технологии предъявляются высокие требования по максимальной пропускной способности, по причине большого количества выборок АЦП коммуникационного модуля.

Сами коммуникационные модули должны уметь отслеживать состояние сети, а также передавать сообщения информации в сеть.

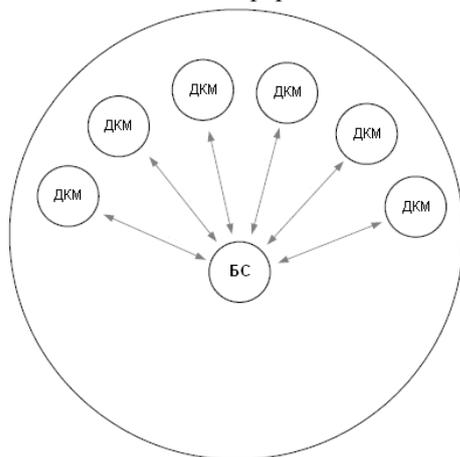


Рис. 4. Обмен информацией между составляющими диагностического комплекса

Базовая станция должна мультиплексировать в себе потоки информации от коммуникационных модулей, а также производить индивидуальное управление ими.

Таким образом базовая станция должна состоять из коммуникационного шлюза одним выходом которого будет являться беспроводной интерфейс, а вторым выходом – высокоскоростной проводной, для связи с ПК.



Рис. 5. Структура базовой станции

На компьютер же ложится оставшаяся большая часть функционала базовой станции:

- 1) Демультимплексирование информации
- 2) Переработка и анализ
- 3) Представление информации в удобном для пользователя виде

Данные функции должен выполнять соответствующий программный продукт. Учитывая особенности его функционала, для создания этого ПО желательно использовать среду графического программирования LabVIEW. Эта среда ориентированна на разработку приложений анализа и отображение потоков данных и также является кроссплатформенной.

Коммуникационные модули могут быть выполнены под любые интерфейсы.

Очевидным плюсом такого системного подхода является сопряжение информации не только с разных точек одной сети, но и с других разнородных сетей, соединенных с основной через шлюзы.

Заключение

Разработка комплекса автоматизированной технической диагностики коммуникационных интерфейсов является задачей многогранной, захватывающей многие вопросы современной инженерии, такие как схемотехнику, программирование и коммуникации.

Литература

1. Энкодеры и их интерфейсы [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.industrialauto.ru/modules/myarticles/article.php?storyid=69>
2. The world's most popular fieldbus [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.profibus.com/technology/profibus/>
3. Стандартные интерфейсы передачи данных в нефтяной и газовой промышленности. Опыт использования и перспективы развития [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://conference.elesy.com/files/conf_2009/3.pdf

ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ В ПРОМЫШЛЕННЫХ СЕТЯХ ETHERNET

Ивашкина М.А., Зоркальцев А.А.
Томский политехнический университет
maria--06@mail.ru

Технология Ethernet в настоящее время является доминирующей в локальных сетях. Применяется в системах управления производством, предприятиями, распределёнными объектами, адаптируется к решению задач реального времени, а также начинает применяться в региональных и глобальных сетях.

Ethernet предоставляет высокую степень надёжности при относительно низкой стоимости оборудования. При неизменном формате фреймов технология Ethernet постоянно развивается и совершенствуется. В первую очередь улучшения направлены на увеличение скорости передачи данных. Стандартизируются её модификации для более узких областей применения. [1]

Industrial Ethernet открывает широкие возможности унификации решений в самых разных отраслях. По данным Automation Research Corporation (ARC) Advisory Group, ежегодный усредненный коэффициент роста мирового рынка продуктов Industrial Ethernet составит в течение ближайших пяти лет 51,4%. [2]

Как стандартная технология в области построения промышленных сетей и распределенных систем управления, Ethernet проникает и на уровень программируемых контроллеров, устройств сопряжения с датчиками и исполнительными механизмами.

В последнее время все больше говорят об архитектуре Ethernet промышленного применения — Industrial Ethernet, поддерживаемой рядом ведущих производителей оборудования автоматизации.

Будучи универсальным средством организации коммуникационных интерфейсов в системах автоматизации, Industrial Ethernet предлагает широкие возможности реализации различных топологий с разнообразными подключаемыми устройствами при невысокой стоимости в расчете на устройство, хорошо интегрируется с технологией Internet со всеми ее достоинствами, включая высокую масштабируемость и возможности удаленного управления. [3]

Ethernet или TCP/IP еще не гарантирует взаимодействия устройств. Ethernet, как и RS-232, лишь обеспечивает возможность передачи сообщений. Сами сообщения передаются с помощью транспортных протоколов.

В случае Ethernet — это практически повсеместно TCP и UDP. Однако нужны протоколы и более высокого уровня. Данные датчиков и сенсоров можно упаковывать в существующий формат промышленной сети и передавать средствами TCP/IP. Архитектура TCP/IP стека представлена на рис. 1.

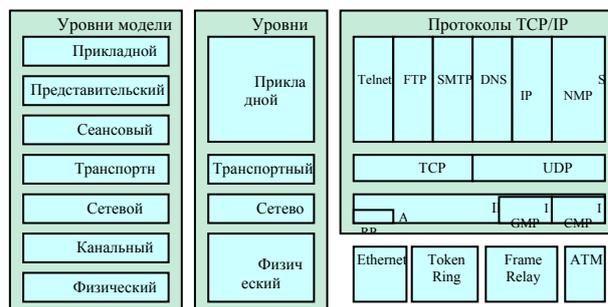


Рис. 1. Структура модели OSI и TCP/IP стека

На сегодня существует более 20 профилей Industrial Ethernet, основными являются Modbus/TCP, Ethernet/IP, Powerlink, PROFinet, SERCOS III, EtherCAT. Как пример на рис. 2 представлены архитектуры Modbus-TCP и PROFinet V3.

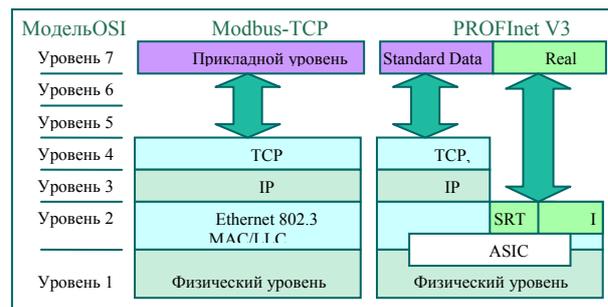


Рис. 2. Строение модели OSI, Modbus-TCP и PROFinet V3

В технологии Modbus-TCP все данные проходят через TCP/IP, в PROFinet V3 часть трафика проходит через TCP/IP, а критичная ко времени часть данных попадает сразу на уровень Ethernet. Такой же подход используется и в других технологиях Industrial Ethernet обеспечивающих передачу данных в реальном времени. В любой реализации стек TCP/IP необходим для работы Industrial Ethernet.

На основе TCP/IP выпускается большое число продуктов и устройств. Широкая доступность сетевых компонентов, тенденция объединения систем автоматизации производственных процессов и распространенных сетевых технологий открывают интересные возможности применения на производственных предприятиях привычных протоколов глобальных и локальных сетей, стандартных средств управления. Это упрощает решение задач объединения разнородных сред передачи данных и устройств, помогает обеспечить их взаимодействие и централизованное управление.

В Томском государственном университете систем управления и радиоэлектроники на кафедре Электронных систем в рамках университетской программы Renesas Technology Europe создан центр микропроцессорных систем, в котором ведутся исследования и разработки на платформе Renesas.

Компания Renesas является крупнейшим производителем интегральных микросхем и занимает одно из лидирующих мест среди производителей микроконтроллеров.

В рамках работ по исследованию промышленных сетей стоит задача реализации и оценки работы стека TCP/IP на платформе SH7201 семейства SH2A при использовании операционной системы $\mu\text{C}/\text{OS-II}$.

Микроконтроллеры компании Renesas с ядром SH-2A применяются в промышленности, бытовой технике, офисном оборудовании, автомобильной электронике и др.

Ядро SH-2A является современной 32-х разрядной RISC платформой с возможностью работы на частоте до 200 МГц, построено на основе гарвардской архитектуры с непрерывным адресным пространством 4 Гб.

В своем составе SH-2A может иметь аппаратный модуль умножения с возможностью накопления результатов.

Набор команд и режимы адресации были разработаны для обеспечения максимальной производительности при программировании на языке высокого уровня Си.

За машинный цикл ЦПУ может выполнять до двух команд. Повышение производительности достигается за счет использования кэш-памяти и пятиуровневого конвейера обработки команд.

Для обеспечения непрерывной работы конвейера в состав набора инструкций введены команды условного перехода с циклом ожидания.

Компилятор для кристаллов с архитектурой SuperH оптимизирует программный код для минимизации остановов конвейера. [4]

Необходимая для реализации задачи операционная система $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ (Micro-Controller Operating System second edition) разработана компанией Micrium, которая занимается разработкой систем реального времени с 1992 г. и бесплатно предоставляет потребителям исходный код своих разработок для некоммерческого

использования. $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ может работать на большинстве 8-ми, 16-ти, 32-х и 64-х битных микроконтроллерах.

Основной особенностью операционной системы реального времени $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ является многозадачность. $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ может управлять 64-мя задачами.

Каждая задача имеет назначенный ей уникальный приоритет. $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ – это приоритетное вытесняющее ядро реального времени.

Ядро выполняет наиболее высокоприоритетную задачу, готовую в данный момент к выполнению. Время выполнения всех функций и сервисов $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ детерминировано, а время выполнения всех сервисов не зависит от количества задач, выполняющихся приложением. $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ является масштабируемой.

Таким образом, один проект может содержать лишь некоторые сервисы, а другой проект – полный набор. Это позволяет уменьшить количество памяти (ОЗУ и ПЗУ), необходимое собственно $\mu\text{C}/\text{OS-II}$. [5]

В докладе будут рассмотрены особенности операционной системы $\mu\text{C}/\text{OS-II}$, влияющие на работу стека TCP/IP. Также будут приведены оценки ресурсов необходимых для реализации работы стека TCP/IP, результаты его исследований по ряду критериев и сравнение с другими реализациями.

Литература

1. Вячеслав Виноградов: Системное развитие быстродействующих коммутируемых сетей Ethernet. Журнал «Современные технологии автоматизации», 1/2008.
2. Сергей Колесников: Технологии и протоколы передачи данных в промышленности: Industrial Ethernet. Журнал «Компьютер-Информ», 1/2003.
3. Компания КОЛАН: Ethernet в системах промышленной автоматизации [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.colan.ru/support/artview.php?idx=182>, свободный.
4. Семейство микроконтроллеров и микропроцессоров SuperH. Брошюра. 2007 г. - 40с.
5. MicroC/OS-II: The real time kernel second edition /Jean J. Labrosse. CMPBooks, 1998 г. - 303с.

РАЗРАБОТКА МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЕМКОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ

Маслюк Ю.А., Беспалов В.В.
Томский политехнический университет
Extrimka@sibmail.com

Введение

В Томском политехническом университете разработано несколько различных устройств автоматизации на базе микроконтроллерного блока, предложенного [1]. Этот микроконтроллерный блок может управлять различными устройствами и принимать от них данные как в аналоговом, так и в цифровом виде, при минимуме дополнительных узлов, которые уже имеются непосредственно на кристалле микроконтроллера. Это позволяет уменьшить размеры конструкции и снизить потребление энергии от источника питания.

Микроконтроллеры AVR фирмы Atmel представляют собой обширное семейство 8-битных микроконтроллеров "на все случаи жизни", которое очень динамично развивается и является оптимальной комбинацией доступности/цены/простоты/возможностей. Быстродействие данных микроконтроллеров позволяет в ряде случаев применять их в устройствах, для реализации которых ранее можно было применять только 16-разрядные микроконтроллеры, что позволяет ощутимо удешевить готовую систему. Кроме того, микроконтроллеры AVR очень легко программируются – простейший программатор можно изготовить самостоятельно буквально в течение 30 минут. Микроконтроллеры AVR можно перепрограммировать до 1000 раз, причем непосредственно в собранной схеме. [2-4]

В [5] была приведена работа по исследованию зависимости напряжения на аккумуляторной батарее в течение процесса разряда при его постоянной мощности.

В данной работе смодулируем на специально изготовленном лабораторном стенде процесс разряда аккумуляторной батареи при ступенчатом изменении сопротивления нагрузки (Рис.1).

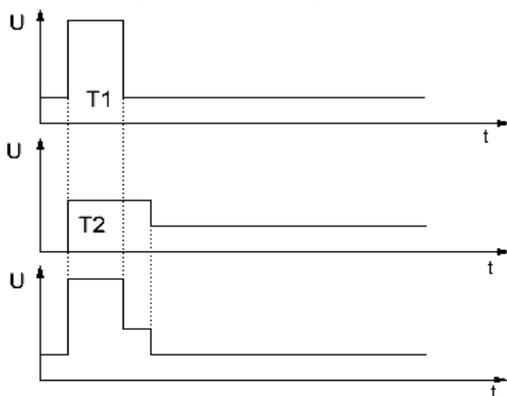


Рис. 1. Процесс разряда аккумуляторной батареи

Для моделирования возьмем процесс разряда аккумуляторной батареи в фотоаппарате при использовании вспышки, работе двигателя объектива и переходе микроконтроллера в режим ожидания.

После установки элементов питания в батарейный отсек фотоаппарата, микроконтроллер находится в режиме ожидания и потребляет ток, соизмеримый с током саморазрядки батареи. При включении фотоаппарата открывается объектив и микроконтроллер переводится в активный режим, подается напряжение на функциональные узлы схемы, на генератор вспышки поступает сигнал, разрешающий процесс заряда накопительного конденсатора. Когда конденсатор зарядится до напряжения 280В, микроконтроллер проинформируется о готовности вспышки. Если фотоаппарат оставить с открытым объективом, микроконтроллер через некоторое время переходит в статический режим ожидания. При нажатии кнопки "Пуск" микроконтроллер вновь переходит в активный режим работы.

Описание экспериментальной установки

Экспериментальная установка состоит из: блока питания, держателя аккумуляторной батареи, измерительного блока (2 транзистора, 3 резистора), блока дискретных выходов, аналогового входа и самого микропроцессора. Электрическая схема экспериментальной установки представлена на рис.2.

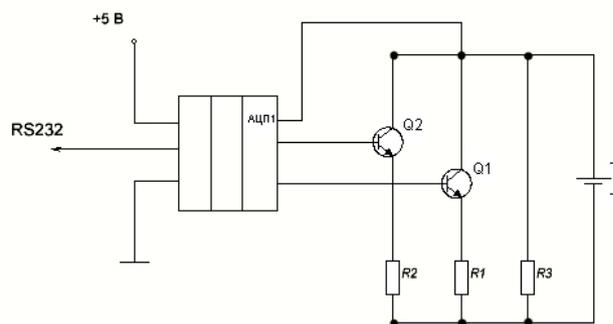


Рис. 2. Электрическая схема экспериментальной установки

Алгоритм работы

Перед началом исследования испытуемый аккумулятор принудительно разряжается до напряжения 1 вольт, после чего полностью заряжается.

После подачи питания на микроконтроллер, происходит частичная инициализация внутренних устройств микроконтроллера (порт ввода/вывода,

АЦП, и т.п.). Далее проверяется, подключена ли аккумуляторная батарея. Для этого измеряется напряжение на элементе. Если оно больше, чем 1 вольт, то считается, что батарея подключена, если меньше 1 вольта, то программа останавливается. Как только батарея будет установлена, включается цепь разряда аккумулятора. В результате через сопротивление R3 начинает протекать ток разряда I1.

Микроконтроллер, согласно введенной программы, управляет процессом разряда аккумуляторной батареи, изменяя логические уровни на выводах 1-2

По истечении времени T1 на его выводы 1-2 подается сигнал логической 1, транзисторы Q1, Q2 открываются. Суммарный ток батареи составит I1 + I2 + I3. Через промежуток времени T2 закроется транзистор Q2, суммарный ток уменьшится до значения I1 + I3. По окончании времени имитации заряда вспышки T3 отключится Q1. После паузы T1 цикл повторится.

Разряд аккумуляторной батареи по заданным параметрам будет продолжаться до тех пор, пока напряжение на аккумуляторе не уменьшится до 1 вольта на элемент. За состоянием питающего напряжения следит программный компаратор.

Если напряжение на входе аналогового компаратора становится меньше 1 вольта, то происходит прерывание выполняемой программы и выводится сообщение о завершении процесса разрядки аккумуляторной батареи звуковым сигналом, выходы контроллера переключаются на низкий уровень, состояние контроллера передается в компьютер, и контроллер переходит в спящий режим.

Программа на языке Tiny Basic для программируемого контроллера

Управляющая программа написана на языке Tiny Basic. Встроенное программное обеспечение микроконтроллера ATMEGA8 содержит интерпретатор языка Бейсик и систему загрузки текста пользовательской программы в постоянное запоминающее устройство.

Программа:

```
100 ; метка
TSTB B,1 ; чтение в переменную
; состояния бита
IF B=1 THEN GOTO ; условный оператор
100
SETB 128 ; установка бита
ADC y ; чтение текущего канала
; АЦП в переменную
PRINT "Y=",y ; оператор вывода
IF y<205 THEN ; условный оператор
GOTO 300
DELAY 5000 ; формирование задержки
SETB 1 ; установка бита
SETB 2 ; установка бита
```

```
DELAY 3000 ; формирование задержки
CLRБ 1 ; сброс бита
DELAY 10000 ; формирование задержки
CLRБ 2 ; сброс бита
GOTO 100 ; переход на строчку с
; меткой 100
300 ; метка
PRINT "kones raboty" ; вывод сообщения
END ; завершение программы
```

Погрешности микропроцессорного измерительного устройства.

Разработанный анализатор для оценки емкости питания аккумуляторной батареи, как и любое средство измерения, имеет определенную погрешность. Точность измерений зависит от нескольких факторов.

Первое, это образцовое напряжение, которое в данной схеме совпадает с напряжением питания, то есть, чем стабильнее напряжение питания, тем более точными будут измерения.

Второе, внутренне сопротивление открытых транзисторов. Его следует подобрать как можно меньшим. Третье, точность резисторов и их термостабильность, так как через них протекает достаточно большой ток разряда аккумуляторной батареи.

Заключение

Данный лабораторный стенд прост, нагляден, удобен в изучении студентами микроэлектронных средств контроля.

Литература

1. www.cqham.ru/PLC_1.htm
2. Голубцов М.С. Микроконтроллеры AVR: от простого к сложному. – Москва СОЛОН-Пресс, 2003 – 288 с.
3. Шпак Ю.А. Программирование на языке C для AVR и PIC микроконтроллеров. – К.: «МК – Пресс», 2006. – 400 с.
4. Беспалов В.В., Маслюк Ю.А. Натурное моделирование процессов ПИД на контроллере AVR. – Сборник статей IV Всероссийской научно-технической конференции-семинара. Часть 2. Актуальные проблемы эксплуатации транспорта и научно-техническое творчество в образовательной сфере. Под общ. ред. канд. тех. наук Осипова А.П. – Самара, 2009. – 196 с.
5. Коновалова Е.О., Беспалов В.В. Разработка системы автоматического регулирования для оценки емкости элементов питания. – Сборник трудов VII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и современные информационные технологии». Томск, 25-27 февраля 2009 г., ч.2. Томск: Изд-во СПб Графикс. – 287 с.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СЕТЕВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ КАФЕДРЫ АиКС

Овсянников С.А., Цапко С.Г.

Томский политехнический университет
peacemaker@vtomske.ru

Введение

В настоящее время, вся компьютерная и офисная техника оснащены средствами коммутации на основе протоколов Ethernet, Wi-Fi, Bluetooth, GPRS.

Локальная вычислительная сеть становится основой информационной среды любого современного предприятия. Сбои в работе сети, неработоспособность сетевого оборудования, физические нарушения целостности каналов связи могут привести к большим потерям, а зачастую к необратимым последствиям, связанным с потерей информации.

На кафедре Автоматики и Компьютерных Систем (АиКС) локальная вычислительная сеть является основным компонентом информационной инфраструктуры. Развитие сети продолжалось последние 5 лет и носило хаотический характер. При этом каждый прокладывал сеть по своему, как ему удобно.

Не заботясь о дальнейшем расширении парка компьютеров и ни с кем, не согласовывая. Впоследствии, при возникновении каких-нибудь проблем было довольно тяжело разобраться, где и чей кабель находится.

Кроме проблем с опознаваниями сетевых кабелей, существовали проблемы настройки сетевого оборудования.

К настоящему времени введена в действие концепция централизованного развития сети Tri.net.

Однако на базе существующей инфраструктуры можно реализовать резервную сеть, а так же использовать для формирования внутренней сети кафедры и реализации защищенного информационного портала кафедры.

В данном докладе рассматриваются принципы организации защиты сети кафедры АиКС, принцип резервирования и дублирования информационных каналов, а так же методы и средства расчета и тестирования пропускной способности сети, вероятность отказов и обоснованности ее избыточности.

В процессе выполнения НИРС была разработана схема локальной вычислительной сети кафедры с учетом всего активного и пассивного оборудования, произведено тестирование сети, составлен подробный план помещений, с указанием оборудования, требуемых параметров коммутационных каналов, а так же подготовлена схема резервирования – дублирования для обеспечения научно - образовательной деятельности кафедры.

Составление плана показало, что на кафедре существует более 100 портов для подключения

различных устройств к локальной вычислительной сети.

Кроме составления план-схемы, были протестированы информационные каналы на целостность и пропускную способность. Для тестирования целостности каналов использовался следующий метод.

Помимо этого были определены зоны покрытия Wi-Fi. Зона покрытия Wi-Fi была определена экспериментальным путем, в связи с отсутствием дорогостоящего оборудования. Для этого были использованы ноутбуки сотрудников кафедры с Wi-Fi адаптером. С помощью ноутбука и посещения аудиторий, как лекционных, так и для проведения практики, были выявлены зоны покрытия Wi-Fi. Тестирование показало наличие «мертвых зон», в которых сигнал полностью отсутствует. В связи с этим были проделаны

В процессе выполнения работы были использованы программные продукты, такие как Microsoft Visio - редактор диаграмм и блок-схем для Windows. Microsoft Visio - помощник в решении трех основных задач: в анализе сложных данных, в графическом представлении данных и в обмене этими данными между пользователями. Основное средство представления данных в Visio - это векторные фигуры, на основе которых строится диаграмма или план. Для добавления фигуры в проект нужно просто перетащить ее на рабочую область, после чего можно откорректировать ее размеры, задать свойства и параметры отображения. Фигуры являются основным, но не единственным средством для представления данных в Visio. Кроме них можно также использовать текст и числовые данные, графические элементы и форматирование цветом. С помощью данного программного продукта была составлена подробная план-схема помещений кафедры (рис. 1), а так же нанесено соответствующее сетевое оборудование (рис. 2).

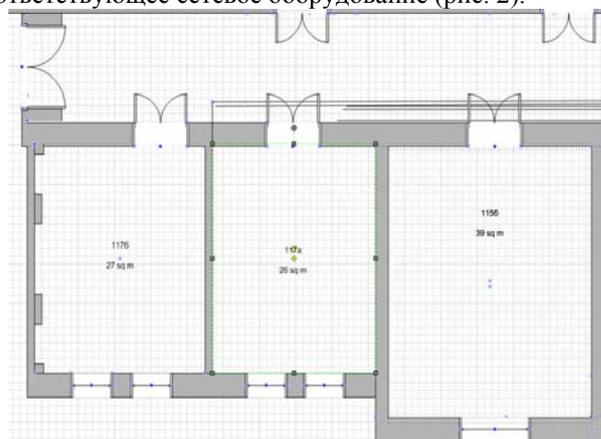


Рис. 1. План-схема помещений кафедры

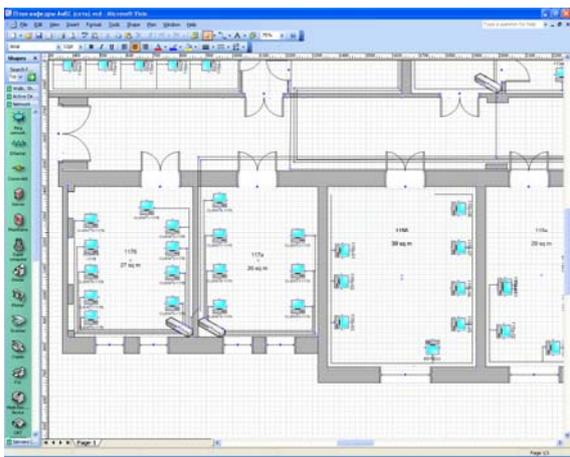


Рис. 2. План размещения сетевого оборудования

Для тестирования целостности и пропускной способности каналов был использован программный продукт Iperf — кроссплатформенная консольная клиент-серверная программа (рис. 3).

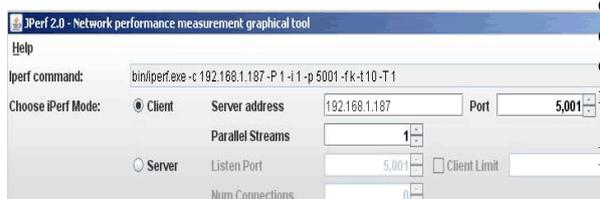


Рис. 3. Программный продукт Iperf

Главная задача Iperf — измерить степень дрожания сигнала и процент потери датаграмм, а также скорость соединения между двумя хостами.

На кафедре используются 100 мегабитное и 1 гигабитное сетевое оборудование. Гигабитное подключение используются в аудиториях, где работа требует постоянного и скоростного доступа в интернет.

Кроме этого с помощью тестеров были проверены сети на целостность цепи; характеристический импеданс и обратные потери; погонное затухание; переходное затухание; задержка распространения сигнала и длина линии; сопротивление линии по постоянному току; емкость линии; электрическая симметричность; наличие шумов в линии.

С помощью данного программного обеспечения Iperf выявлены каналы не обеспечивающие требуемую скорость передачи данных. Эти каналы помечены на план-схеме как нежелательные для использования. После выполнения данных тестов, результаты показали, что сеть кафедры АиКС удовлетворяет требованиям по данным параметрам

После составления плана, и тестирования, были рассмотрены зоны покрытия Wi-Fi. Данная проверка показала проблемы с полноценным покрытием кафедры. Так как точки доступа установлены в 116, 103, 108 аудитории, то и беспроводной интернет был доступен в соседних аудиториях. И несколько аудитория были без доступа.

Рекомендации по исправлению: перенести точки доступа в коридор. Естественно, закрыть их от посторонних людей. И самое главное, расположить их так, что бы вся кафедра была в зоне покрытия Wi-Fi.

В процессе данной работы, мною так же было протестировано сетевое оборудование, помечены кабеля, для того что бы разобраться в прежней беспорядочной прокладке сети на кафедре, и устранением проблем связанным с этим.

Предложены рекомендации связанные с устранением проблем, а затем после согласования с преподавателями, претворены в жизнь.

Сделаны выводы для создания резервного дублирования информационных каналов связи.

По поводу резервного дублирования каналов связи, можно сделать следующие рекомендации: сделать дублирующий канал через который остальные компьютеры могли иметь доступ в интернет, пускай с меньшей скоростью, но иметь.

Вывод

Работа в основном носила практический характер. Однако все результаты базировались на теоретических положениях, методах и принципах построения локальной вычислительной сети.

В результате работы была проведена ревизия всех существующего коммутационного оборудования, составлена план-схема помещений, разработана схема локальной вычислительной сети кафедры, сформированы предложения резервного дублирования основных информационных каналов.

Литература

1. Проект «Русский кабель» [Электронный ресурс] Режим доступа - свободный
2. <http://www.ruscable.ru/doc/analytic/statya-126.html>
3. Домашняя страница Microsoft Office Visio [Электронный ресурс] Режим доступа – свободный.
4. <http://office.microsoft.com/ru-ru/visio/FX100487861049.aspx>
5. Сайт, посвященный кроссплатформенной программе — генератору TCP и UDP трафика. [Электронный ресурс] Режим доступа – свободный.
6. <http://iperf.ru/>

СИСТЕМЫ ПРОДАЖИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ИНТЕРНЕТЕ: ЭЛЕКТРОННЫЕ БИРЖИ И ТОРГОВЫЕ ПЛОЩАДКИ

Р.М. Аманжолов

Томский политехнический университет
Dastrix_dude@mail.ru

Введение

Значение электроэнергетики в экономике, также как и в её общественной жизни трудно переоценить – это основа всего современного мира.. На данный момент потребление электроэнергии для России в процентном соотношении следующее (рис.1): промышленность – 36%, ТЭК (Топливо – Энергетический комплексы) – 18 %, жилой сектор – 15 %. Потери составляют около 11,5 %. И с каждым годом эти цифры увеличиваются, также как и компаний, внедряющих новые технологии для продажи– покупки электроэнергии.

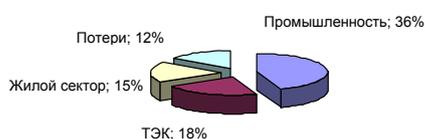


Рис. 1. Распределение потребления электроэнергии

В связи с увеличением объемов продаж компаний, торгующих, производящих и потребляющих электроэнергию пропорционально уменьшаются объемы регулируемых договоров. Следовательно, увеличиваются риски. Единственным и универсальным решением в данной ситуации будет являться торговая биржа на основе свободных договоров между участниками торгов. Торговая биржа для электроэнергетики будет являться для участников универсальным коммуникационным механизмом с открытым ценообразованием.

Роль государства

Также очень важна роль государства, которое будет осуществлять регулирование цен, чтобы не допустить непрогнозируемый рост цен, не подкрепленный экономическими факторами. Вместе с этим, государство заинтересовано в установлении рыночных цен на энергетическом рынке, поэтому с каждым годом объем регулируемых договоров уменьшается. Тем более, что роль частного сектора в рынке электроэнергии достаточно велика (рис.2)

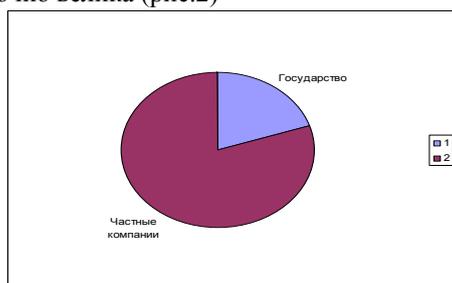


Рис. 2. Соотношение государственной доли и частного сектора

Опыты стран дальнего и ближнего зарубежья.

Во многих странах достаточно успешно реализованы системы продажи электроэнергии в интернете через электронные биржи и торговые площадки (рис.3)

В РФ такой платформой является «Арена»[1] –товарная биржа электроэнергетики, предназначенная для заключения участниками торгов свободных договоров на электрическую энергию и мощность. На нее приходится не более 5% от всех продаж электроэнергии и мощности. Это очень малая часть по сравнению с опытами других стран.

Во многих странах (рис..3) продажа электроэнергии по интернету считается основной формой продаж.

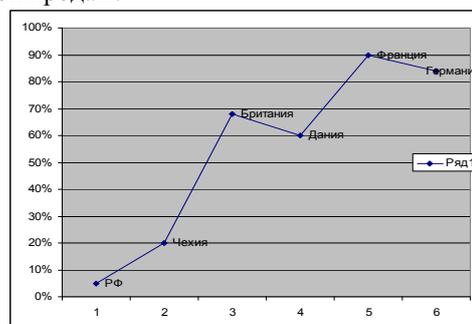


Рис. 3. Объем продаж через электронные биржи.

В таблице 1 приведены усредненные данные интернет– торгов по некоторым странам за 2008 г.[3, 4]

5%	РФ
20%	Чехия
68%	Британия
60%	Дания
90%	Франция
84%	Германия

Таблица 1. Процент электронных продаж
Функциональные возможности системы

В настоящем докладе описывается система интернет–биржа, которая является платформой, разработанной на базе современных программных технологий с применением интернет серверов, и предназначена для автоматизации продажи электроэнергии и мощности, а также для создания интегрированных приложений для составления отчетности по торгам.

Система интернет–биржа состоит из нескольких частей:

Архив сделок – в котором хранятся данные для отчетности и изучения. Архив состоит из основного хранилища, где хранятся все сделки, которые старше 6 месяцев и динамический архив, в котором хранятся недавние сделки. Архив сделок реализован в виде HTTP–сервера, где

составляется и хранится отчетность по торгам. Платформа для построения веб-архива должна быть устойчивой к большому количеству запросов. Эксперименты проводились на серверах Internet Information Server/PHP на базе Windows Server/TomCat Apache [2, 5]. Страницы архива реализованы с помощью Active Server Pages, Java Server Pages и PHP. Таким образом, все операции выполняются на сервере, что уменьшает нагрузку на клиентскую часть. Например, отчетность представляется в табличном или графическом виде как зависимость объема потребления электроэнергии от времени суток (рис..3)

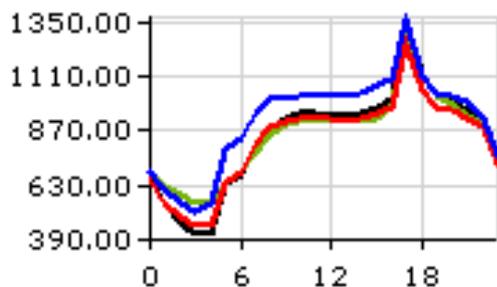


Рис. 3. Отчетность в графическом виде

Сервер обработки информации выполняет основную работу по операциям – заключение сделок на покупку или продажу объемов, расчет цен, сопоставление данных из базы данных банка, отправление данных для поставки электроэнергии, формирование отчетов для администрирования и технического обслуживания. Сервер обработки информации реализован в виде сервера приложений. На этом сервере выполняются операции администратора и операторов.

Интернет-сервер обеспечивает связь с клиентами, посредством информационного сервиса WWW и электронной почты. Клиенты могут отправлять заявки в online-режиме через пользовательский интерфейс в веб браузере, а также получать уведомления о проделанных операциях за определенный период времени. Интернет сервер выполняет основную часть работы. Реализован на платформе JSP (Java Server Pages) с применением java-апплетов. Для расширения функциональных возможностей Интернет-сервера используется Tomcat Apache.

База данных (БД) хранит данные по всем сделкам, а также данные о пользователях интернет-биржи. Состоит БД из нескольких частей: первая часть отвечает за «Архив сделок», вторая часть за реальные сделки и авторизацию клиентов и администраторов торгов между клиентами биржи.. База разделена на несколько

частей для того что бы избежать остановки сервера если одна часть будет остановлена по причине сбоя вторая часть продолжит работать в нормальном режиме. Также использована технология резервного копирования что бы в случае ошибки администратора или оператора торгов можно было восстановить данные из резервной копии .БД играет роль буфера между клиентами и операторами торгов. База данных – СУБД MySQL и MSSQL.

Заключение

Электроэнергетика и родственные ей сферы крайне консервативны и закрыты от посторонних, данный доклад приоткрыл занавес данной области которая важна не меньше чем медицина, и возможно дальнейшее взаимодействие энергетики и интернета приведет к открытию новых способов продажи и покупки электроэнергии. Интернет же дал нам возможность универсализировать многие процессы. Во много благодаря интернету и развитию способов продаж можно успешно и универсально внедрять хорошие платформы которые будут помогать обществу автоматизировать процессы что раньше занимало слишком много времени и усилий. К счастью эти средства разработки доступны и могут использоваться в познавательных целях.

Литература

1. «АРЕНА» – товарная биржа электроэнергетики, предназначенная для заключения участниками торгов свободных договоров на электрическую энергию и мощность.[Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.arena-trade.ru/> свободный. Загл с экрана
2. «КОРЭМ» – Казахстанский Оператор Электрической энергии и Мощности [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.korem.kz/> свободный. Загл с экрана
3. «Закон» – Казахстанский информационный портал.[Электронный ресурс]. - Режим доступа :<http://www.zakon.kz/> свободный. Загл с экрана
4. UAE Economy: Information – UAEinteract Статистические данные по российской энергетике.[Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.uaeinteract.com/russian/economy/> свободный. Загл с экрана
5. Power Lighting 2010 – Power Lighting- портал казахстанской энергетики и мощностей.[Электронный ресурс].. - Режим доступа: <http://www.powerexpo.kz/ru/> свободный. Загл с экрана

СЕКЦИЯ 2

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ И
КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ
ДАННЫХ**

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО ПОЛЯ СЛОИСТОГО ТЕРМОЭЛЕМЕНТА

Евдулов О.В., Евдулов Д.В., Исмаилов Т.А.
 Дагестанский государственный технический университет
 ole-ole-ole@rambler.ru

При проектировании термоэлектрических холодильных установок средней мощности, рассчитанных на величину холодопроизводительности до 1,0-1,2 кВт целесообразным является использование высокоэффективных термоэлектрических батарей (ТЭБ), надежность которых повышается за счет уменьшения количества паяных соединений в термоэлементах (ТЭ). Целесообразным является применение ТЭ слоистой конструкции с улучшенными термомеханическими свойствами.

В настоящей работе предлагается к рассмотрению расчет тепловых полей в данной конструкции ТЭ. Расчетная схема определения теплового поля в слоистом ТЭ приведена на рис.1. Области 1, 3 и 5 – коммутационные пластины. 2 и 4 – термоэлектрический материал.

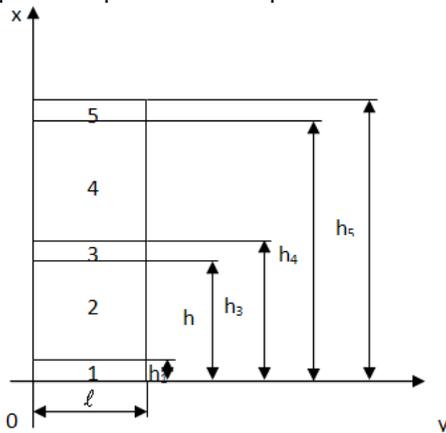


Рис.1. Расчетная схема

Система дифференциальных уравнений теплопереноса для этой схемы имеет вид:

$$\begin{aligned} \lambda_1 \frac{\partial^2 T_1}{\partial x^2} + \lambda_1 \frac{\partial^2 T_1}{\partial y^2} + j^2 \Omega_1 &= C_1 \frac{\partial T_1}{\partial t}, \\ \lambda_2 \frac{\partial^2 T_2}{\partial x^2} + \lambda_2 \frac{\partial^2 T_2}{\partial y^2} + j^2 \Omega_2 &= C_2 \frac{\partial T_2}{\partial t}, \\ \lambda_3 \frac{\partial^2 T_3}{\partial x^2} + \lambda_3 \frac{\partial^2 T_3}{\partial y^2} + j^2 \Omega_3 &= C_3 \frac{\partial T_3}{\partial t}, \\ \lambda_4 \frac{\partial^2 T_4}{\partial x^2} + \lambda_4 \frac{\partial^2 T_4}{\partial y^2} + j^2 \Omega_4 &= C_4 \frac{\partial T_4}{\partial t}, \\ \lambda_5 \frac{\partial^2 T_5}{\partial x^2} + \lambda_5 \frac{\partial^2 T_5}{\partial y^2} + j^2 \Omega_5 &= C_5 \frac{\partial T_5}{\partial t}, \end{aligned} \quad (1)$$

где λ – коэффициент теплопроводности, Ω – удельное электрическое сопротивление, j – плотность электрического тока, C – объемная теплоемкость, T – температура, t – время.

Начальные, граничные условия и условия сопряжения имеют вид:

$$\begin{aligned} T_{1,2,3,4} &= T_{cp} \text{ при } t = 0, \\ \lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial x} &= \beta_{тс} (T_1 - T_{тс}) \text{ при } x = 0, 0 < y < l, \\ \lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial x} &= \lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial x} + \alpha_{12} j T_2 \text{ при } x = h_1, 0 < y < l, \\ \lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial x} - \alpha_{23} j T_2 &= \lambda_3 \frac{\partial T_3}{\partial x} \text{ при } x = h_2, 0 < y < l, \\ \lambda_3 \frac{\partial T_3}{\partial x} &= \lambda_4 \frac{\partial T_4}{\partial x} - \alpha_{34} j T_4 \text{ при } x = h_3, 0 < y < l, \\ \lambda_4 \frac{\partial T_4}{\partial x} + \alpha_{45} j T_4 &= \lambda_5 \frac{\partial T_5}{\partial x} \text{ при } x = h_4, 0 < y < l, \\ \lambda_5 \frac{\partial T_5}{\partial x} &= \beta_{тс} (T_5 - T_{тс}) \text{ при } x = h_5, 0 < y < l, \\ \lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial y} &= \beta (T_1 - T_{cp}) \text{ при } y = 0 \text{ и } l, 0 \leq x \leq h_1, \\ \lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial y} &= \beta (T_2 - T_{cp}) \text{ при } y = 0 \text{ и } l, h_1 < x \leq h_2, \\ \lambda_3 \frac{\partial T_3}{\partial y} &= \beta (T_3 - T_{cp}) \text{ при } y = 0 \text{ и } l, h_2 < x \leq h_3, \\ \lambda_4 \frac{\partial T_4}{\partial y} &= \beta (T_4 - T_{cp}) \text{ при } y = 0 \text{ и } l, h_3 < x \leq h_4, \\ \lambda_5 \frac{\partial T_5}{\partial y} &= \beta (T_5 - T_{cp}) \text{ при } y = 0 \text{ и } l, h_4 < x \leq h_5, \end{aligned} \quad (2)$$

где T_{cp} – температура окружающей среды, α – коэффициент термо-э.д.с., β – коэффициент теплообмена с окружающей средой, $\beta_{тс}$ – коэффициент теплообмена с системой теплосброса, $T_{тс}$ – температура системы теплосброса. Решение системы уравнений (1) с соответствующими начальными и граничными условиями (2) выполнено с использованием численного метода конечных элементов пакете прикладных программ Elcut. На рис.2-3 показано соответственно двумерное температурное поле слоистого ТЭ, а также распределение плотности теплового потока после выхода его на стационарный режим работы. В качестве исходных данных принималось: $\lambda_1=\lambda_3=\lambda_5=395$ Вт/(м·К), $\lambda_2=\lambda_4=1,5$ Вт/(м·К), $\rho_1=\rho_3=\rho_5=0,0172 \cdot 10^{-6}$ Ом·м, $\rho_2=\rho_4=10,65 \cdot 10^{-6}$ Ом·м, $C_1=C_3=C_5=383$ Дж/(кг·К), $C_2=C_4=123$ Дж/(кг·К), $T_{cp}=293$ К, $T_0=291$ К, $\alpha=0,2 \cdot 10^{-3}$ В/К, $\beta=10$ Вт/(м²·К), $T_{тс}=291$ К, $\beta_{тс}=70$ Вт/(м²·К).

Величина теплового потока определялась из соотношения: $F_{xi} = \lambda_i \frac{\partial T_i}{\partial x}$, $F_{yi} = \lambda_i \frac{\partial T_i}{\partial y}$, где $i=1, \dots, 5$.

На рис.4-5 показано соответственно распределение температуры ТЭ вдоль его продольной оси при различной величине тока

питания, а также изменение во времени температуры в различных точках слоистого ТЭ.

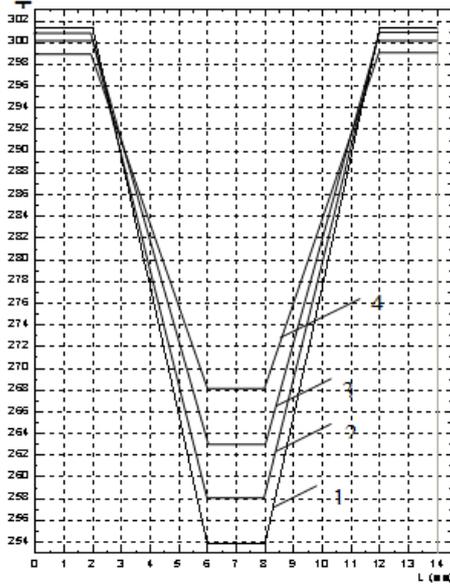


Рис.4. Распределение температуры ТЭ вдоль продольной оси слоистого ТЭ при различное величине тока питания: 1 – 140 А, 2 – 120 А, 3 – 100 А, 4 – 80 А

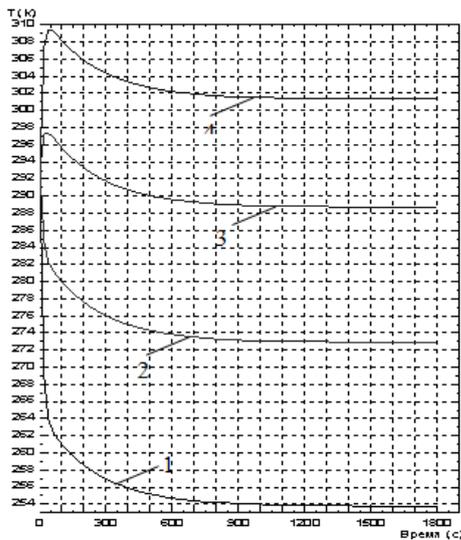


Рис.5. Изменение температуры в различных точках слоистого ТЭ вдоль продольной оси во времени: 1 – холодная коммутационная пластина, 2 – ветвь ТЭ на расстоянии 1,5 мм от холодной коммутационной пластины, 3 – ветвь ТЭ на расстоянии 1,5 мм от горячей коммутационной пластины, 4 – горячая коммутационная пластина.

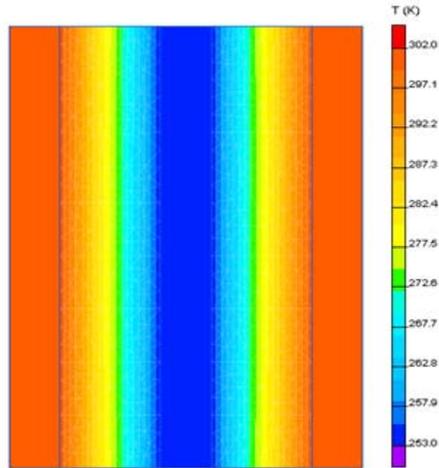


Рис.2. Температурное поле слоистого ТЭ

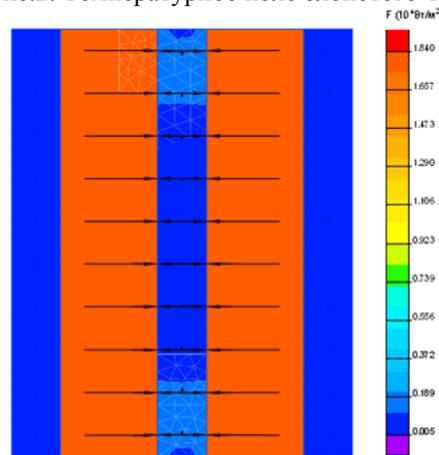


Рис.6. Картина распределения тепловых потоков в слоистом ТЭ

В соответствии с полученными результатами, при использовании ТЭ в слоистом исполнении можно получить значительный перепад температур между холодной и горячей коммутационной пластиной при большой величине теплового потока. Так, при перепаде температур между коммутационными пластинами в 47 К тепловой поток на холодном спае ТЭ, пропорциональный его холодопроизводительности, составляет порядка 18000 Вт/м^2 , что соответствует при данной геометрии ТЭ току питания в 140 А.

С уменьшением величины питающего электрического тока значение теплового тока на холодном спае ТЭ и перепад температур между его спаями также уменьшаются. При этом снижении тока питания ТЭ с 140 А до 80 А уменьшает перепад температур между спаями ТЭ с 47 К до 31 К, соответственно тепловой поток на холодном спае уменьшается с 18000 Вт/м^2 до 12000 Вт/м^2 .

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПРОСТЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Дружилов А.С.

Научный руководитель: Киселёва Т.В.

Сибирский государственный индустриальный университет

druzhilov@gmail.ru

В последнее время нейронные сети (НС) находят широкое применение в различных сферах, связанных с прогнозированием временных рядов данных. Это объясняется тем, что НС имеют гибкую адаптивную структуру и позволяют проводить интерполяцию и экстраполяцию любых рядов или массивов данных. Это подтверждается теоремой о полноте для НС, которая говорит о том, что для любой непрерывной функции нескольких переменных можно построить нейронную сеть, которая вычисляет эту функцию с любой заданной точностью.

Но даже при таких больших теоретических возможностях нейронных сетей на практике почти невозможно добиться большой точности аппроксимации и прогнозирования. Это объясняется тем, что имеется большое число предпосылок, которым должны соответствовать исследуемые данные, а также сама НС (выборка данных должна быть представительной и полной, не противоречивой и др.). Кроме того, всегда имеются шумы, которые невозможно прогнозировать, и которые заметно ухудшают результат работы всей прогнозирующей системы.

Отдельной проблемой является быстрое снижение скорости работы НС при увеличении её сложности (количество слоёв; количество нейронов; переход от слоистой к полносвязной НС; подходы использующие рекурсивные НС и т.д.). При этом повышение сложности НС должно сопровождаться увеличением размера обучающей выборки. Иначе обобщающие способности нейронной сети будут снижаться.

Даже в простейшем случае при увеличении числа нейронов в слое i на N_i , число весов увеличится на $N_i * N_{i-1}$ (для простой слоистой нейронной сети). Следовательно, число обучающих операций увеличится ещё больше.

Чаще всего для прикладных задач находят применение метод прогнозирования, где на входы нейронной сети подаётся скользящее окно, перемещающееся по временному ряду данных. В качестве выходных значений – значения ряда, идущие по времени после скользящего окна (прогнозируемые значения). Этот способ является наиболее простым и показательным.

Для того чтобы сократить процесс обучения, предлагается разбить нейронную сеть, с помощью которой производится прогнозирование, на несколько мелких нейронных сетей, обучение которых занимает существенно меньшее время. В таком случае может быть повышена и точность прогноза, так как при понижении сложности нейронных сетей будет расти представительность обучающей выборки, по отношению к ним.

Разберём подробнее алгоритм работы с несколькими НС при прогнозировании ряда данных. Нейросеть, как универсальный аппроксиматор, может работать, как и любые системы аппроксимации (например, на основе многочленов), последовательным приближением. При этом первая НС улавливает основную составляющую тенденции, вторая – менее важную, третья – ещё менее и т.д. В таком случае для обучения сетей будет использоваться следующие данные:

- 1: $y(t)$ - для обучения первой НС (N_1);
- 2: $\Delta y_1(t) = y(t) - y^{N_1}(t)$ - обучение второй НС (N_2) на ошибке от прогнозирования первой;
- 3: $\Delta y_2(t) = \Delta y_1(t) - y^{N_2}(t)$
- 4: и т.д.

Итоговый прогноз будет являться суммой прогнозов всех нейронных сетей:

$$\hat{y}(t) = \sum \hat{y}_i(t),$$

где $\hat{y}_i(t)$ - прогноз i -й нейронной сети.

Так как любой сигнал имеет в себе шумовую составляющую, которая не подвергается прогнозу, то условием остановки операции последовательного приближения является достижение остатков сигнала состояния «белого шума». Белый шум является универсальным и любые виды шумов можно привести к нему в результате последовательного приближения.

Для того чтобы остановить процесс последовательного приближения прогнозов, необходимо определить, является ли ряд данных $\Delta y_k(t)$ белым шумом. Его статистические характеристики [1]:

- 1) Его математическое ожидание равно нулю

$$\int \Delta y_k(t) f(t) dt = 0,$$

где $f(t)$ - функция распределения вероятностей;

- 2) Его автокорреляционная функция является дельта-функцией Дирака (спектральная плотность постоянна)

$$R_{ww}(t_1, t_2) = \sigma^2 \delta(t_1 - t_2).$$

Так как в случае бесконечного последовательного приближения функция распределения вероятностей в сигнале шума станет равномерной, то возможно упростить данные условия до:

1. $\frac{\sum \Delta y_k(t_i)}{N} = 0;$

2. Значение автокорреляционной функции близко к нулю.

Рассмотрим последовательное применение нескольких нейронных сетей к прогнозированию одного временного ряда данных на примере задачи прогнозирования количества пациентов,

находящихся в лечебно-профилактических учреждениях г. Новокузнецка. Временной ряд данных после нормирования представлен на рисунке 1:

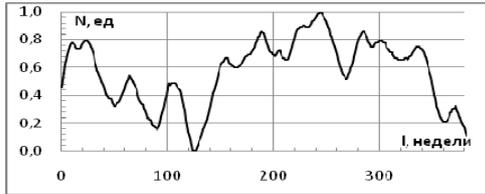


Рис. 1. График количества пациентов в ЛПУ г.Новокузнецка с 2000 г

На рисунке 1 данные о количестве пациентов представлены по неделям, начиная с 2000 г. Далее этот ряд будет подвергнут прогнозу. В соответствии с [2] НС должна иметь n входов, m выходов и один скрытый слой, число синапсов L в котором рекомендуется выбирать по формуле (из L можно легко получить и число нейронов в скрытом слое):

$$\frac{m \cdot N}{1 + \log_2 N} \leq L \leq m \left(\frac{N}{m} + 1 \right) (n + m + 1) + m \quad (1)$$

где N – число элементов обучающей выборки.

Принимаем число входных нейронов равным 9 (этот период равен двум месяцам), выходной слой будет иметь от 1 до 5 нейронов в зависимости от дальности прогнозирования. Из формулы (1) находим что НС, достаточная для обработки такого ряда данных будет иметь три слоя с соотношением нейронов в слое: 9, 30, 1-5.

Для обучения нейронных сетей далее будем использовать алгоритм обратного распространения ошибки. Обучающая выборка будет представлять собой совокупность из 300 отсчетов ряда данных. Для прогнозирования методом скользящего окна применяем 9 таких обучающих рядов данных (по количеству входов нейронной сети), сдвинутых друг относительно друга на 9 отсчетов. На выходы будем подавать также сдвинутые данные на 9-13 отсчетов (как прогнозируемые значения ряда). Тестовые данные будут составлять 75 последних отсчетов ряда данных, на которых мы будем проверять точность прогнозов и обобщающую способность НС. Оценивать точность прогноза будем при помощи коэффициента детерминации:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum (y_i - \bar{y}_i)^2} \quad (2)$$

где y_i – значения ряда данных;

\hat{y}_i – спрогнозированные значения ряда данных.

Для многошагового прогноза будем использовать усреднённый коэффициент детерминации:

$$\bar{R}^2 = \frac{\sum R_i^2}{N}$$

где R_i^2 – коэффициент детерминации для нескольких шагов прогнозирования (от 1 до 4); N – общее число точек в ряду данных.

В результате проведенного обучения данной НС были получены следующие коэффициенты детерминации в зависимости от числа шагов прогнозирования (представлены на рисунке 2).

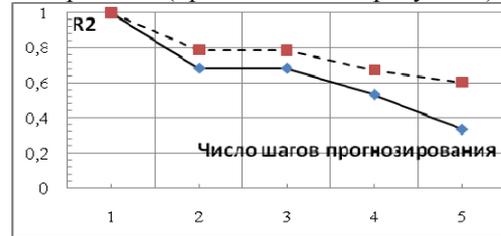


Рис. 2. Зависимость коэффициента детерминации от числа шагов прогнозирования

На рисунке 2 пунктирной линией представлены данные на обучающей выборке. Сплошной – на тестирующей выборке. С возрастанием числа шагов прогнозирования точность резко снижается.

Проведём прогнозирование того же ряда данных при помощи нескольких простых трёхслойных нейронных сетей (9, 3, 1-5). Эти сети быстро обучаются вследствие своей простоты. Последовательное приближение прогноза будем заканчивать при достижении в остатке «белого шума».

Результаты работы алгоритма с несколькими нейронными сетями представлены на рисунке 3.

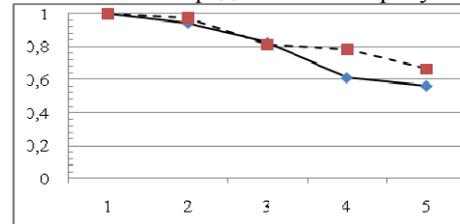


Рис. 3. Зависимость коэффициента детерминации от числа шагов прогнозирования

Для того чтобы приблизиться к белому шуму, потребовалось 3-4 простых нейронных сети (в зависимости от числа шагов прогнозирования). Из рисунка 2 и 3 видно, что при использовании нескольких простых нейронных сетей, точность прогнозов повысилась. Также повысилась обучаемость всего прогнозатора в целом.

Литература

1. [Электронный ресурс] URL: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/24482> : Белый шум и его статистические свойства.
2. Круглов В.В., Борисов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. - М.: Горячая линия – Телеком, 2002

НОВЫЙ ТИП ЭРМИТОВЫХ КУБИЧЕСКИХ СПЛАЙН ВЕЙВЛЕТОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ К ЧИСЛЕННОМУ РЕШЕНИЮ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ И ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

М.М.Губская, Б.М.Шумилов, Э.А.Эшаров¹
Томский Государственный Университет
mary_rus@sibmail.com

Новые типы вейвлетов построены в базисе эрмитовых кубических сплайнов. Один из пары материнских вейвлетов симметричен, а другой антисимметричен. Построенные вейвлеты имеют меньший носитель по сравнению с классическими вейвлетами. Выполнена адаптация множества базисных вейвлетов к отрезку [0,1] и установлена глобальная устойчивость вейвлет-базиса. Приведены результаты экспериментов по численному решению дифференциальных и интегро-дифференциальных уравнений.

Вейвлеты используют в тех случаях, когда результат анализа некоего сигнала должен содержать не только перечисление его характерных частот (масштабов), но и сведения об определенных локальных координатах, при которых эти частоты проявляют себя. Это бывает важно при анализе и обработке нестационарных (во времени) или неоднородных (в пространстве) сигналов. Общий принцип построения базиса вейвлет-преобразования состоит в использовании масштабного преобразования и смещений. Именно за счет изменения масштабов вейвлеты способны выявить различие в характеристиках на разных шкалах, а путем сдвига проанализировать свойства сигнала в разных точках на всем изучаемом интервале. При анализе нестационарных сигналов, за счет свойства локальности, вейвлеты получают существенное преимущество перед преобразованием Фурье.

Введем обозначения.

$\langle u, v \rangle := \int_R u(x)v(x)dx, u(x), v(x) \in L_2(R)$ – скалярное

произведение; $\|f\|_2 = \sqrt{\langle f, f \rangle}$ – норма функции f в $L_2(\mathbf{R})$; Π_k – множество многочленов степени k , ($k=0,1,2,\dots$); V_n – пространство кубических сплайнов, удовлетворяющих следующим условиям, $n>0$:

а) $v \in C[0,1] \cap C^1[0,1]$; б) $v(x) \in \Pi_3, x \in (j/2^n, (j+1)/2^n), j=0, \dots, 2^n-1; \dim(V_n)=2^{n+1}$.

Добеши в работе [1] построила полуортогональные вейвлеты неполиномиального типа с компактным носителем. Чуи и Вонг в работе [2] построили полуортогональные сплайн-вейвлеты. Вонг в работе [3] построил базис кубических сплайн-вейвлетов в пространстве Соболева. Донован и др. в работе [4] построили ортогональные мультивейвлеты. Недостатками построенных ранее вейвлетов является то, что они либо не имеют аналитического представления, либо расположены¹на достаточно широком носителе. И то, и другое бывает чрезвычайно важно при их использовании.

Пусть ϕ_1 и ϕ_2 базисные кубические сплайны вида:

$$\phi_1(x)=(x+1)^2(1-2x) \quad \chi_{[-1,0]}(x)+(1-x)^2(1+2x)\chi_{[0,1]}(x)$$

и

$$\phi_2(x)=(x+1)^2x\chi_{[-1,0]}(x)+(1-x)^2x\chi_{[0,1]}(x),$$

где $\chi_{[a,b]}(x)=1$, при $x \in [a,b]$ и $\chi_{[a,b]}(x)=0$, при $x \notin [a,b]$.

В работе [5] Дамен и др. построили биортогональные мультивейвлеты в базисе эрмитовых кубических сплайнов ϕ_1 и ϕ_2 . Отметим, что их конструкция базисных вейвлетов выглядит слишком сложно. В работах [6, 7] метод «лифтинга» предложен для построения ортогональных кубических эрмитовых сплайн-вейвлетов, однако полуортогональные вейвлеты не удалось построить в силу сложности используемого подхода. В данной статье мы предлагаем новый подход к построению базисных вейвлетов на пространстве эрмитовых кубических сплайнов. В отличие от классических полуортогональных вейвлетов Чуи и Вонга эти вейвлеты имеют меньший носитель, а в отличие от ранее построенных вейвлетов они обладают свойством полуортогональности.

Пусть S представляет собой инвариантное пространство сдвигов, порожденное ϕ_1 и ϕ_2 . Функция g принадлежит пространству S тогда и только тогда, когда существуют две последовательности b_1, b_2 на \mathbf{Z} , для которых выполняется равенство:

$$g = \sum_{j \in \mathbf{Z}} [b_1(j)\phi_1(-j) + b_2(j)\phi_2(-j)].$$

Пусть $S_1 = \{g(\cdot) : g \in S\}$, тогда $S \subset S_1$. Мы потребуем выполнение равенств

$$\langle \psi_1, \phi_m(\cdot-j) \rangle = \langle \psi_2, \phi_m(\cdot-j) \rangle = 0, m=1,2, \forall j \in \mathbf{Z}. \quad (1)$$

Предположим, что

$$\psi(x) = \sum_{k \in \mathbf{Z}} [b_1(k)\phi_1(2x-k) + b_2(k)\phi_2(2x-k)], x \in \mathbf{R}.$$

Введем преобразование Лапласа последовательностей b_1, b_2 на \mathbf{Z} , так что положительная или отрицательная степень z означает сдвиг на один шаг по шаблону узлов эрмитового сплайна вправо или влево, соответственно. Тогда

$$q_{11}(z) = \sum_{j \in \mathbf{Z}} b_1(2j+1)z^{2j+1}, q_{12}(z) = \sum_{j \in \mathbf{Z}} b_1(2j)z^{2j},$$

$$q_{21}(z) = \sum_{j \in \mathbf{Z}} b_2(2j+1)z^{2j+1}, q_{22}(z) = \sum_{j \in \mathbf{Z}} b_2(2j)z^{2j}.$$

Решение однородного функционального уравнения

$$Q(z)(q_{11}(z), q_{12}(z), q_{21}(z), q_{22}(z))^T = 0, z \in \mathbf{C} \setminus \{0\}, j \in \mathbf{Z},$$

будет означать, что $\langle \psi, \phi_m(\cdot-j) \rangle = 0, m=1,2$.

¹Работа выполнена при финансовой поддержке по проекту РФФИ №09-01-90716 моб_ст

Отсюда находим два независимых решения:
 $q_{11}(z)=15(z^3-z^2)-213(z^1-z)$, $q_{12}(z)=0$, $q_{21}(z)=79(z^3+z^2)-1399(z^1+z)$, $q_{22}(z)=388z^2-3176+388z^2$;
 и $q_{11}(z)=62z^3-1262z^2-1262z+62z^3$, $q_{12}(z)=-388z^2+3176-388z^2$, $q_{21}(z)=333z^3-17919z^2+17919z-333z^3$, $q_{22}(z)=0$.

Эти два решения порождают два материнских вейвлета ψ_1, ψ_2 . Их носителями является отрезок $[-2,2]$. Они удовлетворяют условию (1)

При этом ψ_1 – симметричен, а ψ_2 – антисимметричен. Упоминание об этом типе вейвлетов в известной нам литературе отсутствует.

Если вместо (1) потребовать выполнения равенств:

$$\langle \psi'_1, \phi'_m(\cdot-j) \rangle = \langle \psi'_2, \phi'_m(\cdot-j) \rangle = 0, m=1,2, \forall j \in \mathbf{Z},$$

то в статье [8] было получено: $\psi_1(x) = -2\phi_1(2x+1) + 4\phi_1(2x) - 2\phi_1(2x-1) - 21\phi_2(2x+1) + 21\phi_2(2x-1)$,
 $\psi_2(x) = \phi_1(2x+1) - \phi_1(2x-1) + 9\phi_2(2x+1) + 12\phi_2(2x) + 9\phi_2(2x-1)$.

Носителями этих вейвлетов является отрезок меньшей длины $[-1,1]$. При этом также ψ_1 – симметричен, а ψ_2 – антисимметричен. Построенные вейвлеты удобны при решении уравнений, содержащих первую производную от искомой функции, методом Галеркина. Они открывают новый тип суперкомпактных эрмитовых мультивейвлетов, например, исследованных в работе [9] для случая сплайнов пятой степени.

В этом разделе мы используем построенные вейвлеты для решения дифференциальных и интегро-дифференциальных уравнений вида:

$$-\frac{d^2u}{dx^2} + p(x)\frac{du}{dx} + q(x)u(x) + \int_0^x K(x,s)u(s)ds = f(x), 0 < x < 1, (2)$$

$$с граничным условием u(0)=u(1)=0, (3)$$

где $p(x), q(x), f(x), K(x,s)$ – заданные непрерывные функции. Коэффициенты и ядро $K(x,s)$ уравнения (2) удовлетворяют условиям:

$$0 \leq p(x) \leq c_3, 0 \leq q(x) \leq c_4, 0 \leq K(x,s) \leq c_5, x \in [0,1], s \in [0,1].$$

При $K(x,s) \equiv 0$ мы имеем дифференциальное уравнение.

Пусть $a(u,v)$ обозначает билинейную форму $u, v \in H_0^1(0,1)$:

$$a(u,v) = \int_0^1 u'(x)v'(x)dx + \int_0^1 (p(x)u'(x) + q(x)u(x) + \int_0^x K(x,s)u(s)ds)v(x)dx.$$

Тогда вариационная запись (2)-(3) имеет следующий вид: $a(u,v) = \langle f, v \rangle, \forall v \in H_0^1(0,1)$.

Соответствующая задача аппроксимации Галеркина: найти $u_n \in V_n$, при котором

$$a(u_n, v) = \langle f, v \rangle \quad \forall v \in V_n. (4)$$

По лемме Лакса-Милграмма задача (4) имеет единственное решение (см. [10, с. 60]). Мы предлагаем использовать найденное в работе множество вейвлетов $G = \{g_1, \dots, g_{2^{n+1}}\}$ как базис для V_n . С этим базисом для V_n задача (4) может быть дискретизирована следующим образом:

$$\sum_{k=1}^{2^{n+1}} a(g_j, g_k) c_k = \langle g_j, f \rangle, j = 1, \dots, 2^{n+1}.$$

Пример 1.

$$-u'' + u' + \int_0^t t \cdot s \cdot u(s)ds = t^6/5 - t^5/2 + t^4/3 + 3t^2 - 10t + 5$$

, $u(0)=u(1)=0$.

Точное решение $u(t) = t^3 - 2t^2 + t$. $C(A_4) = 1.684$, $C(A_8) = 2.338$, $C(A_{16}) = 3.202$.

$$\|u(t) - u_4(t)\|_2 = 1.817 \times 10^{-8}, \|u(t) - u_8(t)\|_2 = 1.874 \times 10^{-8}, \|u(t) - u_{16}(t)\|_2 = 3.189 \times 10^{-8}$$

Пример 2. $-u'' + u = -2e^{t-1}, u(0)=u(1)=0$.

Точное решение $u(t) = t(e^{t-1} - 1)$. $C(A_4) = 1.698$, $C(A_8) = 2.342$, $C(A_{16}) = 3.203$.

$$\|u(t) - u_4(t)\|_2 = 9.818 \times 10^{-5}, \|u(t) - u_8(t)\|_2 = 8.325 \times 10^{-6}, \|u(t) - u_{16}(t)\|_2 = 6.026 \times 10^{-7}.$$

Вывод.

Численные результаты показывают, что точность улучшается с повышением n . При этом кубическое решение вычисляется точно на любой сетке, и с увеличением n число обусловленности матрицы A_n перестает возрастать.

Литература

1. И. Добеши, Десять лекций по вейвлетам. – М.; Ижевск: РХД, 2001.
2. С.К. Chui and J.Z. Wang. On compactly supported wavelets and a duality principle, Trans. Amer. Math. Soc. 330 (1992) 903-916.
3. J.Z. Wang, Cubic spline wavelet bases of Sobolev spaces and multilevel interpolation, Appl. Comput. Harmonic Anal. 3 (1996) 154-163.
4. G. Donovan, J.S. Geronimo, D.P. Hardin and P.R. Massopust, Construction of orthogonal wavelets using fractal interpolation functions, SIAM J. Math. Anal. 27 (1996) 1158-1192.
5. W. Dahmen, Han R.Q. Jia and A. Kunoth, Biorthogonal multiwavelets on the interval: Cubic Hermite splines, Constr. Approx. 16(2000) 221-259.
6. Шумилов Б.М., Эшаров Э.А. Нестационарные сплайн-вейвлеты в ГИС и САПР линейно-протяженных пространственных объектов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2006. – № 1 (12). – С. 153-163.
7. Шумилов Б.М., Эшаров Э.А. Построение эрмитовых сплайн-вейвлетов // Вестник Томского государственного университета. Сер. Математика. Кибернетика. Информатика. Приложение. – 2006. – № 19. – С. 260 – 266.
8. R.-Q. Jia, S.-T. Liu. Wavelet bases of Hermite cubic splines, Adv. Comput. Math. 25(2006) –P. 23-39.
9. Турсунов Д.А., Шумилов Б.М., Эшаров Э.А., Турсунов Э.А. Новый тип эрмитовых мультивейвлетов пятой степени // Пятая Сибирская конференция по параллельным и высокопроизводительным вычислениям: Программа и тезисы докладов (1-3 декабря 2009 года). – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2009. – С. 57-58.
10. S.C. Brenner, L.R. Scott, The Mathematical Theory of Finite Element Methods (Springer, New York, 1994).

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ СОЦИАЛЬНО-ИСТОРИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

Хортиева З. А.

Северо-Осетинский государственный педагогический институт
hortievaa@mail.ru

Вопрос об условиях сосуществования человека и биосферы, и не просто о сосуществовании, но и о совместной эволюции и гармоническом сочетании человека и окружающей среды постепенно превращается в одну из важнейших научных и социальных проблем современности.

Новое в соотношении природы и человечества состоит в переходе истории взаимодействия природы и общества в такой период, когда население Земли становится определяющим фактором существования и эволюции биосферы.

Естественно, поэтому особый интерес сейчас вызывает проблема роста популяции человека, как одна из самых противоречивых проблем.

Для анализа и решения подобных проблем в последнее время часто применяют методы математического моделирования. Обусловлено это тем, что проведение экспериментов на человеческих популяциях продолжительны во времени и могут нанести невосполнимые потери.

Математический аппарат, применяемый при моделировании процессов роста населения, довольно-таки разнообразен.

Современный этап развития демографических знаний характеризуется быстрым развитием в нем приемов и методов математического моделирования, что позволяет повысить его эффективность, в том числе возможности использования этих знаний в практике социального управления.

Территориальное сравнение демографических состояний и процессов осуществляется с помощью картографических методов. [1]. При этом используются карты:

- людности поселений и плотности территориального расселения; половозрастного состава, а так же механического и естественного движения;
- социоструктурные, в том числе социально-профессионального, классового, этносоциального и т.д. состава;
- культурных, бытовых, антропологических, лингвистических особенностей демографических общностей;
- расселенческих характеристик, в том числе особенностей населения города и деревни, разного типа поселений и регионов.

Методы демографического прогноза дают возможность оценивать роль тех или иных компонентов изменения населения, сравнивая их

влияние на численность и структуру населения в будущем.

Наиболее распространены метод передвижки по возрастам, который применяется при перспективных исчислениях населения, и метод компонентов, состоящий в раздельном прогнозировании рождаемости, смертности и миграции[3].

Модель «Численность населения»

Среди наиболее простых моделей, определяющих тенденцию изменения общей численности населения, выделяются особенно те, которые учитывают только постоянный темп роста. Если $N(t)$ - общая численность населения в момент времени t , то динамика экспоненциального населения имеет вид

$$N(t) = N(0) \exp(rt), \quad (1)$$

где $N(0)$ - начальная численность населения; r - коэффициент естественного прироста; \exp - экспонента[1].

Модель экспоненциального населения (1) занимает центральное место в теории стабильного населения.

Модель «Рождаемость и смертность»

Влияние многочисленных факторов окружающей среды и социальных аспектов на динамику общей численности населения в i -том регионе G_i проявляется через рождаемость R_{G_i} и смертность

$$M_{G_i} : \frac{dG_i}{dt} = (R_{G_i} - M_{G_i}), \quad i = 1, 2, \dots, m.$$

Рождаемость и смертность зависят от обеспечения пищей её качества, загрязненности среды, газового состава атмосферы, материального уровня жизни, энергообеспеченности и плотности населения. Эти зависимости описываются следующими соотношениями

$$R_{G_i} = (1 - h_{G_i})k_{G_i}G_i$$

Быстрое снижение смертности приводит к резкому увеличению естественного прироста на начальной стадии демографического перехода. Этот период резкого возрастания темпов роста населения получил название «демографический взрыв». Впоследствии чего, рождаемость начинается снижаться[2].

Модель «Возрастная структура населения»

Возрастная структура населения играет важную роль в демографических процессах, влияя на величину всех демографических показателей.

В свою очередь и демографические процессы оказывают сильное влияние на возрастную структуру населения.

Возрастная структура играет активную роль не только в демографических, но во всех социальных процессах.

С возрастом связаны психология, эмоциональность, в какой -то степени - разум человека.

Информация о возрасте отдельных групп людей на момент наблюдения позволяет строить возрастную структуру населения.

Информация о возрастной структуре населения необходима для исследования многих социально-экономических и демографических процессов.

Используя знания возрастной структуры населения в тот или иной период времени, можно строить достаточно обоснованные предположения о будущих тенденциях рождаемости и смертности, других демографических процессов, воспроизводства населения в целом.

Для построения возрастной структуры населения обычно используются одногодичные и пятилетние возрастные интервалы.

Гораздо реже возрастную структуру строят на десятилетних возрастных интервалах.

Пятилетняя возрастная структура строится по следующим возрастным группам: 0 лет, 1-4года, 5-9 лет, 10-14 лет, ..., 35-39 лет, ..., 80-84 года, ..., 100 лет и старше.

Это так называемая стандартная возрастная группировка, которая применяется в международной демографической практике и которой следует придерживаться всем, кто использует возраст в качестве независимой или зависимой переменной.

Это необходимо для обеспечения сопоставимости результатов различных исследований.

Одногодичная возрастная структура – это распределение населения по следующим возрастным группам: 0 лет, 1, 2, ..., 34, 35, ..., 89, ..., сто - это некий предельный возраст, которым заканчивается распределение населения по одногодичным возрастным группам[4].

Общей тенденцией изменения возрастной структуры населения по мере снижения рождаемости и роста средней продолжительности жизни, естественно, является тенденция увеличения удельного веса лиц старших возрастов, т.е. процесс демографического старения населения.

Методы демографического моделирования являются в настоящее время наиболее распространенным приемом анализа и прогнозирования демографических процессов. Они описывают изменение населения в целом или компонентов его роста.

Метод моделирования заменяет собой метод эксперимента, который в демографии далеко не всегда возможен. Он широко применяется для изучения демографических процессов и демографического производства в целом, а так же связей с другими социальными явлениями и процессами.

Литература

1. Белавин В.А., Капица С.П., Курдюмов С.П. Математическая модель глобальных демографических процессов с учетом пространственного распределения// ЖВМ и МФ. 1998. Т.38, №6, с.885-902.
2. Белавин В.А., Курдюмов С.П. Режимы с обострением в демографической системе. Сценарий усиления нелинейности// ЖВМ и МФ. 2000. Т.40, №2, с.238-251.
3. Гумилев Л.Н. Этносфера: История людей и история природы. – М.: Экспресс, 1993. – 554 с.
4. Подлазов А.В. Теоретическая демография. Модели роста народонаселения и глобального демографического перехода // Новое в синергетике; Взгляд в третье тысячелетие. М.: Наука. - 2002.

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ МОДЕЛЕЙ СЛОИСТЫХ ПОГЛОЩАЮЩИХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД

Покровская М.А., Иванченков В.П., Орлов О.В.
Томский политехнический университет
sunpingvin@mail.ru

Широко распространенные способы решения прямых задач в сейсморазведке для однородных геологических сред предполагают расчет теоретических сейсмограмм непосредственно во временной области [1]. При исследовании геологических слоистых сред с поглощением и дисперсией целесообразно проводить расчеты волновых полей в спектральной области, переходя во временную область на последнем этапе исследования. В докладе рассматриваются вопросы формирования модели слоистых поглощающих сред в рамках принятого подхода, который связан с представлением среды в виде линейной системы (линейного фильтра), вносящей определенные изменения в проходящие через нее колебания [2]. Сначала проиллюстрируем суть применяемого системного подхода на примере простой модели плоско - параллельной слоистой поглощающей толщи (рис.1. а.)

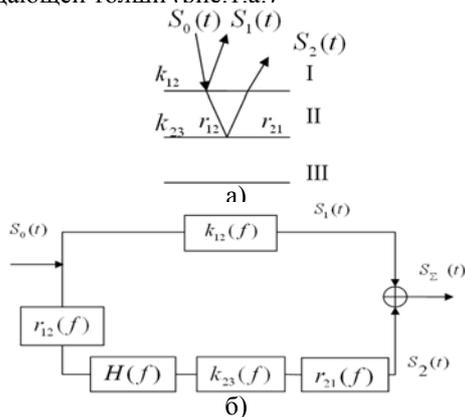


Рис.1. а) Модель плоско - параллельной слоистой поглощающей толщи. б) $S_0(t)$ - падающая волна;

$S_1(t), S_2(t)$ - сигналы, отраженные от кровли и подошвы изучаемой толщи II

В лучевом приближении при нормальном падении волны процесс отражения от кровли и подошвы линейно - неупругого слоя II можно представить в виде эквивалентной системы (рис.1.б.)

Частотную характеристику такой системы можно записать в виде:

$$H_2(f) = r_{12}(f) \cdot H(f) \cdot k_{23}(f) \cdot r_{21}(f) + k_{12}(f) = \quad (1)$$

$$= |H_2(f)| e^{j\phi_2(f)},$$

где $k_{23}(f)$ и $k_{12}(f)$ – коэффициенты отражения от кровли и подошвы II слоя, $r_{12}(f)$ и $r_{21}(f)$ – коэффициенты преломления на кровле II слоя, $H(f) = H_c(f) \cdot H_c^*(f)$ – частотная характеристика частной системы, характеризующая распространение волны в поглощающем слое II в двух направлениях.

Важно отметить, что коэффициенты $k_{23}(f)$, $k_{12}(f)$, $r_{12}(f)$, $r_{21}(f)$ в поглощающих средах являются комплексными функциями частоты f . Спектр волны, отраженной от подошвы II слоя, может быть представлен:

$$S_2(f) = r_{21}(f) \cdot k_{23}(f) \cdot H(f) \cdot r_{12}(f) \cdot S_0(f) = \quad (2)$$

$$= |S_2(f)| e^{j\phi_2(f)},$$

где $\phi_S(f) = \phi_{r_{12}}(f) + \phi_{H_c}(f) + \phi_{k_{23}}(f) + \phi_{r_{21}}(f) + \phi_0(f)$, (3)

определяет фазовый спектр отраженной волны $S_2(f)$, который непосредственно зависит от аргументов коэффициентов преломления $\phi_r(f)$ и отражения $\phi_k(f)$, а также от ФЧХ частной системы $\phi_H(f)$, определяющей распространение волны в поглощающем слое, и начальной фазы падающей волны $\phi_0(f)$.

По аналогии с изложенным ранее, может быть построена модель поглощающей среды, состоящей из произвольного числа слоев. На рис. 2 приведена схема эквивалентной системы, характеризующей при принятых ранее допущениях передаточные свойства многослойной линейно-неупругой поглощающей среды.

Используя данную структурную схему, нетрудно показать, что математическое выражение для частотной характеристики такой системы имеет следующий вид:

$$H_\Sigma(f) = k_{L-1}(f) + \sum_{i=0}^{L-2} k_i(f) \prod_{n=i+1}^{L-1} H_n(f) r_{n,n-1}(f) r_{n-1,n}(f), \quad (4)$$

Комплексные коэффициенты отражения $k(f)$ и преломления $r(f)$ задаются в соответствии с соотношениями, приведенными в [3], а частотная характеристика поглощающей среды определялась в [2]:

$$|H(f)| = e^{-\alpha(f)2h}, \quad (5)$$

$$\text{где } \phi_n(f) = 4\pi fh \left[\frac{1}{V(f_0)} - \frac{\alpha(f)}{\pi^2} \ln \frac{f}{f_0} \right], \quad (6)$$

α - коэффициент поглощения; h - мощность толщи; $V(f_0)$ - скорость распространения на некоторой частоте f_0 .

На основе выражения (4) может быть рассчитана синтетическая сейсмотрасса для некоторой точки на поверхности наблюдения.

$$S_\Sigma(t) = F^{-1}\{S(f)H_\Sigma(f)\} \quad (7)$$

Здесь $F^{-1}\{S(f)H_\Sigma(f)\}$ обозначает операцию обратного преобразования Фурье.

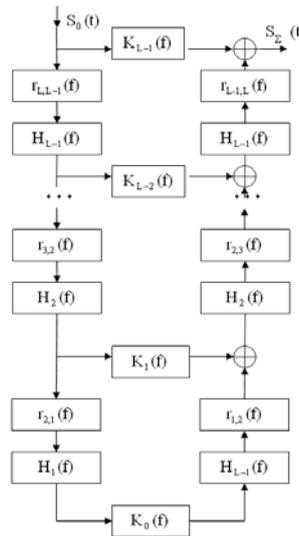


Рис. 2. Структурная схема системы, определяющей передаточные характеристики многослойной поглощающей среды

Совокупность модельных сейсмограмм при заданном числе слоев и распределении в них петрофизических параметров позволяет построить волновое поле и использовать его при проведении дальнейших исследований.

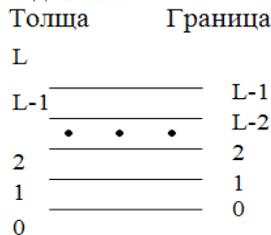


Рис. 3. Схема нумерации границ и слоев при построении численных моделей поглощающих толщ

При численном моделировании на персональных ЭВМ поглощающих сред, нумерацию слоев удобно осуществлять от нижнего слоя к верхнему (рис.3). Возникают существенные проблемы, обусловленные большим числом требуемых вычислительных операций. С целью решения данных проблем разработаны быстрые алгоритмы расчета синтетических волновых полей в соответствии с методикой, изложенной в [4].

Алгоритм основан на рекуррентном вычислении частотной характеристики среды "от слоя к слою", т.е. нахождение функции:

$$R_i(f) = K_i + R_{i-1}(f) \cdot \tilde{H}_i(f), \quad i = \overline{1, L-1}. \quad (8)$$

Здесь $R_0(f) = K_0(f)$;

$$\tilde{H}_i(f) = H_i(f) \cdot r_{n,n-1}(f) \cdot r_{n-1,n}(f), \quad (9)$$

при этом $H_\Sigma(f)$ определяется:

$$H_\Sigma(f) = R_{L-1}(f). \quad (10)$$

Алгоритм был реализован на ЭВМ в среде Delphi. В качестве примера на рис.4 приведена структура двух моделей слоистых поглощающих сред, и рассчитанные для них на основе приведенного выше подхода синтетические сейсмограммы (рис.5). При моделировании для каждого слоя моделей среды задавались соответствующие скорости распространения волны в слое, плотности породы и параметры поглощения.

Модель I	Модель II
Аргиллиты (баженовская пачка)	Аргиллиты (баженовская пачка)
Газонасыщенный песчаник	Водонасыщенный песчаник
Аргиллиты (локальная покрывка)	Аргиллиты (локальная покрывка)

Рис. 4. Модели геологических сред

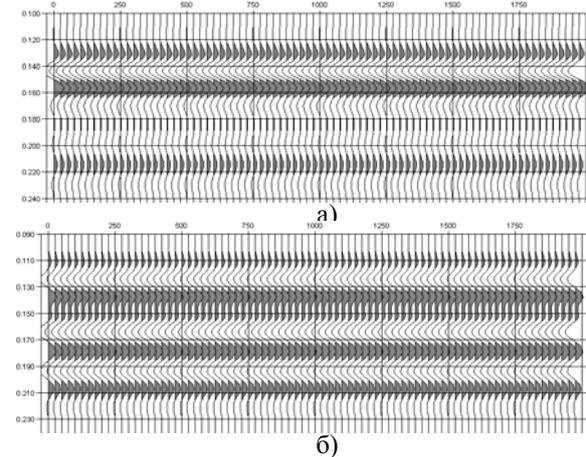


Рис. 5. Волновое поле для модели а) газонасыщенный песчаник; б) водонасыщенный песчаник

Предложенный подход и разработанный метод моделирования слоистых поглощающих сред используются для решения прямых геологических задач и исследовании ряда алгоритмов обработки данных сейсморазведки.

Литература

1. Гурвич И.И., Боганик Г.Н, Сейсморазведка. Учебник для вузов. Тверь: Издательство АИС, 2006. 774с.
2. Авербух А. Г. Изучение состава и свойств горных пород при сейсморазведке. - М.: Недра, 1982, - 232с.
3. Авербух А.Г., Трапезникова Н.А. Отражения и преломления плоских волн при нормальном падении на границы// Физика земли, №9, 1972.
4. Лоссовский Е.К. Теоретические сейсмограммы на идеализированных моделях нефтегазовой залежи. 1//Геофизический журнал, 1982, 4, №5, 26-53с

**ФАЗОЧАСТОТНЫЙ АЛГОРИТМ ПРОСЛЕЖИВАНИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН С
 УПРАВЛЯЕМОЙ ПРОТЯЖЕННОСТЬЮ ФУНКЦИИ КАЧЕСТВА**

Манеева Е.В., Иванченков В.П.
 Томский политехнический университет
 maneyka@sibmail.com

В настоящее время важное значение приобретает повышение эффективности и качества обработки сейсмической информации, получаемой при поиске нефтяных и газовых месторождений. При этом одним из важнейших элементов создания программных комплексов является разработка надежных методов и алгоритмов отслеживания сейсмических волн.

Наибольшее распространение получили алгоритмы отслеживания, использующие в качестве информативных признаков преимущественно энергетические характеристики сейсмосигналов. В последнее время предложен также ряд спектральных алгоритмов отслеживания, основанных на информационных свойствах фазовых спектров отраженных сейсмических волн [2–4]. Проведенные исследования и применение фазочастотных алгоритмов (ФЧП) показали, что они позволяют в условиях существенной априорной неопределенности обнаруживать и выделять сигналы на фоне интенсивных помех.

Среди предложенных фазочастотных алгоритмов можно выделить алгоритм с равновесной и неравновесной обработкой, нашедшие применение при обработке данных наземной и скважинной сейсморазведки [2]. Обобщенная функция качества таких алгоритмов может быть представлена в виде:

$$L(\tau) = \sum_{k=1}^m W(f_k) \cos(\varphi_x(f_k) - 2\pi f_k \tau), \quad (1)$$

где $W(f_k)$ – принимаемая весовая функция, $\varphi_x(f_k)$ – мгновенный фазовый спектр выделяемого участка сейсмотрассы. Временное положение сигналов оценивается по положению экстремума функции $L(\tau)$, которая формируется при перемещении окна анализа вдоль сейсмической трассы (Рис 1).

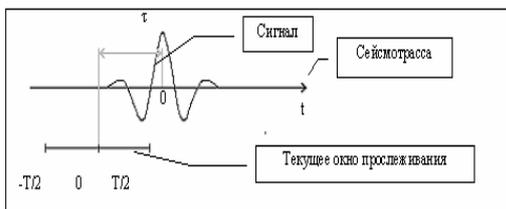


Рис. 1. Схема, поясняющая фазочастотное отслеживание сейсмических волн

Для равновесного алгоритма $W(f_k)$ принимается равной единице во всей полосе анализируемых частот; для алгоритмов с неравновесной обработкой – задается треугольной или экспоненциальной формы. Как показали исследования в отмеченных выше алгоритмах,

реализуемые функции качества обладают относительно большой протяженностью и имеют сравнительно высокий уровень боковых лепестков. В докладе для повышения разрешения сигналов в области их интерференции рассматривается алгоритм фазочастотного отслеживания, протяженность функции качества которого может изменяться. Учитывая, что фазовый спектр сейсмических сигналов близок к стационарному спектру можно наложить на область суммирования текущих фазовых спектров в следующие ограничения (Рис. 2).

$$a(f) = 2\pi f \frac{T^*}{2} = \pi f T^*, \quad (2)$$

где T^* – определяет протяженность (длительность) функции качества в области возможного местоположения сигнала.

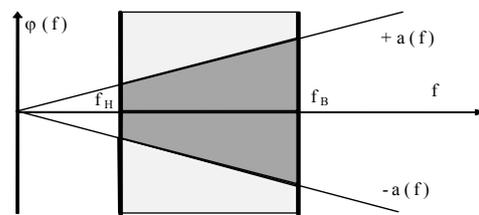


Рис. 2. Область суммирования текущих фазовых спектров

Функцию качества такого алгоритма можно представить в следующей форме:

$$L(\tau) = \sum_{k=1}^m F \left(\frac{\varphi_x(f_k, \tau)}{a(f_k)} \right), \quad (3)$$

где $a(f_k)$ определяет ограничения на $\varphi_x(f_k, \tau)$ вида(2).

Функция $F \left(\frac{\varphi_x(f_k, \tau)}{a(f_k)} \right)$, получившая название фазопреобразующей функции, должна удовлетворять следующему условию:

$$F \left(\frac{\varphi_x(f_k, \tau)}{a(f_k)} \right) = 0, \text{ при } |\varphi_x(f_k, \tau)| > a(f_k), \quad (4)$$

При отслеживании сигналов (Рис.1.) малое смещение окна приводит к изменению текущих фазовых спектров, которые близки к линейным [4]. Следовательно, наложив ограничения на область изменения текущих фазовых спектров в используемом в алгоритме можно уменьшить временную протяженность экстремумов функции качества. (Рис.3)

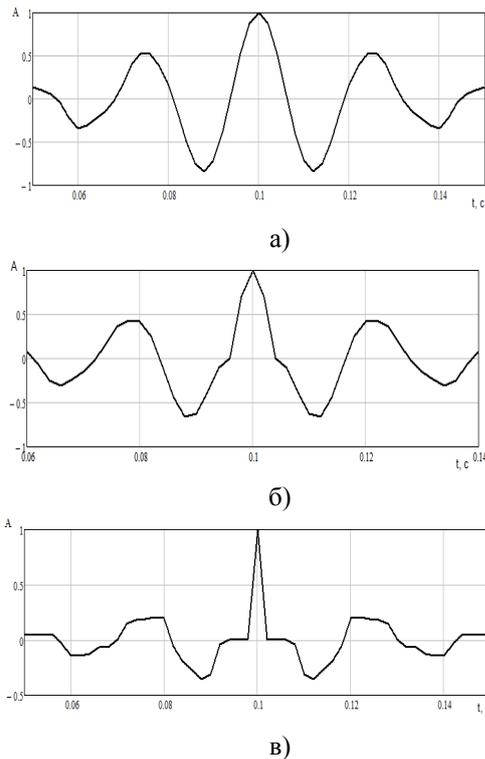


Рис. 3. Функция качества алгоритмов ФЧП:
 а - алгоритм с равновесной обработкой,
 б, в - алгоритма с управляемой протяженностью функции качества (б - $T^* = 0.008 \text{ c}$, в - $T^* = 0.004 \text{ c}$)

В качестве примера на Рис.3 (а, б, в) показаны полученные в одинаковых условиях функции качества для алгоритма с равновесной обработкой (Рис.3 а) и предложенного к алгоритму прослеживания (Рис.3 б, в). Из них видно, что применение рассматриваемого алгоритма позволяет значительно уменьшить протяженность главного лепестка функции качества и уровень боковых лепестков, что позволяет повысить разрешение сигналов в зонах их интенсивной интерференции.

Для сравнительной оценки разрешающей способности различных алгоритмов ФЧП было проведено их исследование на моделях волновых полей в зонах интерференции выделяемых сигналов (Рис.4). На Рис. 5 приведены графики $\Delta t = \varphi(f_0)$, определяющие оценку разрешения сигналов Δt в зависимости от частоты гармоники f_0 , в их спектре, имеющую наибольшую амплитуду. Из них видно, что предложенный алгоритм обладает наибольшей разрешающей способностью. Были проведены также исследования разрешающей способности рассматриваемого алгоритма при изменении ряда его параметров и параметров выделяемых сигналов. В целом проведенные исследования показали, что применение предлагаемого алгоритма позволяет повысить примерно в 1.5

раза разрешение сигналов по сравнению с известными ранее алгоритмами ФЧП.

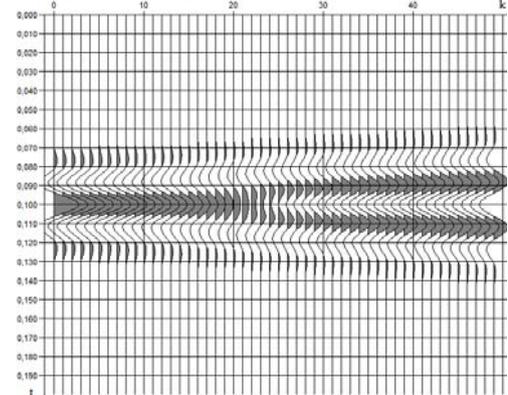


Рис. 4. Модель волнового поля с параметрами сигнала
 $t_0 = 0.1 \text{ c}$, $f_0 = 40 \text{ Гц}$, $\beta = 60$, $\varphi_0 = 0$

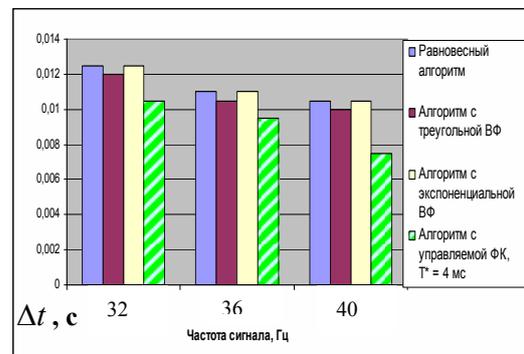


Рис. 5. Оценка разрешающей способности алгоритмов ФЧП в зависимости от значений основной частоты сигналов (ВФ – весовая функция, ФК – функция качества)

Литература

1. Боганик Г.Н., Гурвич И.И. Сейсморазведка. – Тверь: АИС, 2006. – 744 с.
2. Иванченков В.П., Вылегжанин О.Н., Орлов О.В., Кочегуров А.И., Козлов А.А. Методы фазочастотного анализа волновых полей и их применение в задачах обработки данных сейсморазведки // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2006. – Т.309. – №7. – С. 65 – 70.
3. Иванченков В.П., Кочегуров А.И. Определение временного положения сейсмических сигналов по оценкам их фазочастотных характеристик // Геология и геофизика. – 1988. – №9. – С. 77-83.
4. Иванченков В.П., Шлотгауэр В.А. Применение спектральных характеристик для решения некоторых задач автоматической обработки сейсмограмм // Изв вузов серия «Геология и разведка», 1977, – №3, с. 108-116.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕКСТУРНОГО ПОДХОДА В СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Болотова Ю.А., Спицын В.Г.
Томский политехнический университет
julya21@scalpnet.ru

Введение

При создании системы машинного зрения возникает необходимость выделять отдельные области и объекты на изображении. Решение этой задачи требуется в системах распознавания образов, при «интеллектуальном» сжатии изображений, фото-, видеомонтаже, при улучшении качества отдельных объектов на изображении. Задача отделения объектов от фона и друг от друга называется сегментацией.

Необходимость в сегментации изображений возникла достаточно давно и на сегодняшний день существует множество различных алгоритмов ее решения. Каждый из них предназначен для работы с определенным классом изображений и для определенных целей. Основная идея большинства алгоритмов заключается в нахождении соответствий или различий в характеристиках пикселей. Характеристиками могут быть их взаимное расположение, яркость, цвет и текстура. Для качественной сегментации необходимо учитывать все возможные свойства изображений. В данной статье будет рассмотрен алгоритм, основанный на исследовании текстурных характеристик, пояснены принципы его работы и результаты его применения для сегментации аэрофотоснимков. Работу алгоритма рассмотрим на задаче отделения суши от водной части изображения.

Понятие текстуры

Существует два основных подхода к определению текстуры изображения. Во-первых, интерпретация текстуры как повторения базовых примитивов, имеющих различную ориентацию в пространстве. Примерами в этом случае могут служить текстуры ткани, кирпичной стены и т.д. Во-вторых, текстура рассматривается как некий неперiodический и однородный аспект, не обладающий ярко выраженными краями (например, дерн, кора, земля, и так далее, рассматриваемые с большого расстояния), т.е. представляет собой вероятностный метод решения проблемы текстуры [1].

Универсальным понятием является синтез этих двух определений. Выбор одного или другого определения зависит от типа сегментируемого изображения. Подход к обработке текстур разного типа происходит по-разному. Для работы с аэрофотоснимками наиболее подходящим является второе определение.

Алгоритм текстурной сегментации

Данный алгоритм реализован в программе, поставляемой в пакете Image Processing Toolbox вместе со средой разработки MATLAB [2]. Основным недостатком программы является

скорость обработки изображения. Например, процесс сегментации изображения, размером 1024*1024 пикселя происходит за 30 секунд. В данный момент алгоритм реализуется на языке C# в среде Visual Studio, что предположительно уменьшит скорость обработки в 2 раза. На вход программы подается изображение, состоящее из двух различных текстур. Результатом сегментации является два отдельных изображения текстур и граница между ними.

Шаг 1: Считывание изображения (рис. 1).



Рис. 1. Исходное изображение

Шаг 2: Выделение текстуры изображения.

Можно определить текстуру несколькими способами [3]. В данном случае используется функция энтропии, определяющая разброс в значениях яркости соседних пикселей (рис. 2):

$$e = - \sum_{i=0}^{L-1} p(z_i) \log_2 p(z_i),$$

где $p(z_i)$ – вероятность текущей яркости в окрестности точки; L – количество уровней яркости; e – значение энтропии в текущей точке. Можно использовать и другие текстурные фильтры, такие как мера однородности:

$$U = \sum_{i=0}^{L-1} p^2(z_i); \text{ и фильтр среднего значения,}$$

характеризующий меру средней яркости:

$$m = \sum_{i=0}^{L-1} z_i p(z_i).$$

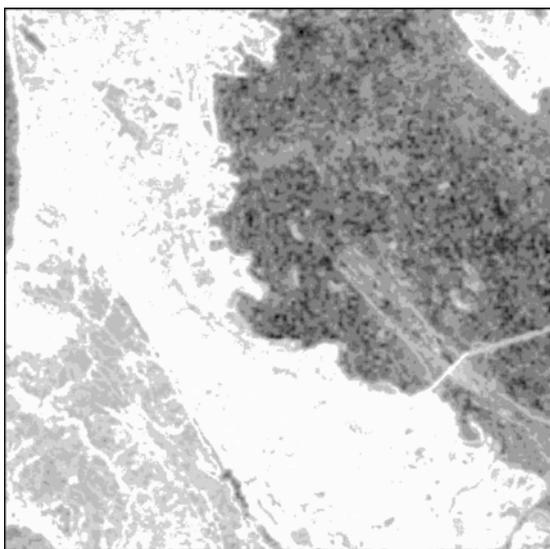


Рис. 2. Применение текстурного фильтра, основанного на расчете энтропии

На практике было определено, что наилучшие результаты получаются при размере матрицы маски 9*9 пикселей. В результате на рис. 2 отчетливо видны две искомые текстуры, одна из них сегментирована чрезмерно (вода), другая – недостаточно (суша).

Шаг 3: Создание грубой маски для выделения более крупной текстуры.

Одна из полученных текстур будет более мелкой, более зернистой. В данном случае это водная зона. Для отделения одной области от другой создаем маску, в которой удалены объекты с более мелкой текстурой, т.е. площадью, меньше заданной величины (рис. 3).



Рис. 3. Результирующая маска

Шаг 4: Отображение результатов сегментации. После применения маски получаем выделенную

область суши и четкую границу между двумя зонами (рис. 4).

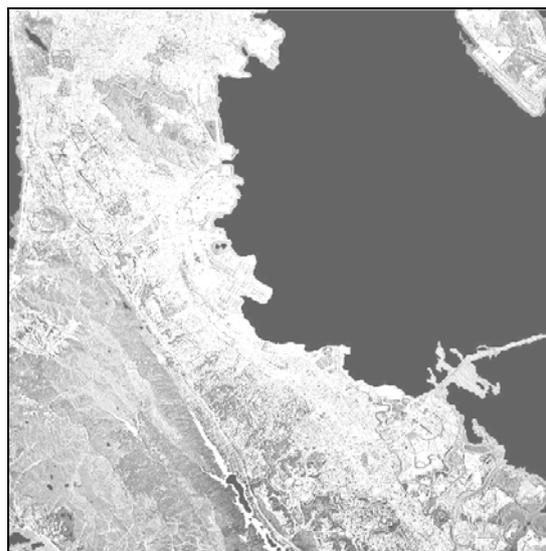


Рис. 4. Результат сегментация изображения

Заключение

Наряду с яркостью и цветовыми характеристиками текстура является важным свойством изображений [4]. Это свойство позволяет анализировать изображения подобно человеческому глазу, что является важным аспектом в решении задачи сегментации.

На основе проведенных экспериментов можно сделать вывод об успешном применении алгоритма текстурной сегментации при анализе аэрокосмических изображений в задаче отделения границ суши и воды.

В дальнейшем описанный алгоритм планируется использовать в программе сегментации изображений наряду с анализом яркостных, цветовых и текстурных характеристик.

Литература

1. Яковлев А.В. Методы анализа и синтеза текстур [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://jakovlev.boom.ru/science/paper/paper1.pdf>, свободный.
2. Журавель И.М. Краткий курс теории обработки изображений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru/imageprocess/index.php>, свободный.
3. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.
4. Вежнев А., Барина О. Методы сегментации изображений: автоматическая сегментация// Сетевой журнал Компьютерная графика и мультимедия. 2006. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cgm.computergraphics.ru/content/view/147>, свободный.

ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В РАСПОЗНАВАНИИ ОБРАЗОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ

Дикий Н. С., Спицын В. Г.
Томский политехнический университет
nikolaydikiy@mail.ru

Введение

В повседневной жизни люди постоянно решают задачи распознавания различных ситуаций, слуховых и зрительных образов. Из предположения о том, что решение этих проблем на ЭВМ должно в общих чертах моделировать процессы человеческого мышления, исходит нейросетевой подход к распознаванию. Для распознавания могут быть взяты сети с различными топологиями в зависимости от специфики поставленной задачи. В данном докладе будет рассмотрено применение сверточной нейронной сети (СНС) как метода, обеспечивающего относительную инвариантность к изменениям масштаба, смещениям, поворотам и искажениям на изображениях.

Архитектура сверточной нейронной сети

В основе сверточных сетей лежат три механизма, используемые для достижения инвариантности к переносу, масштабированию, незначительным искажениям:

Локальное извлечение признаков. Каждый нейрон получает входной сигнал от локального рецептивного поля в предыдущем слое, извлекая, таким образом, его локальные признаки. Как только признак извлечен – его точное расположение уже не имеет значения, поскольку установлено его местонахождение относительно других признаков.

Формирование слоев в виде набора карт признаков. Каждый вычислительный слой состоит из множества карт признаков – плоскостей, на которых все нейроны должны использовать одно и то же множество синаптических весов. Такая форма усложняет структуру сети, однако имеет два важных преимущества: инвариантность к смещению, которое достигается с помощью свертки с ядром небольшого размера, и сокращение числа свободных параметров, которое достигается за счет совместного использования синаптических весов нейронами одной и той же карты.

Подвыборка. За каждым слоем свертки следует вычислительный слой, осуществляющий локальное усреднение и подвыборку. За счет этого, достигается уменьшение разрешения для карт признаков. Такая операция приводит к понижению чувствительности выходного сигнала оператора отображения признаков к незначительному смещению и прочим формам деформации.

На рисунке 1 показана СНС, реализующая распознавание текстовых символов. Рассмотрим особенности ее функционирования.

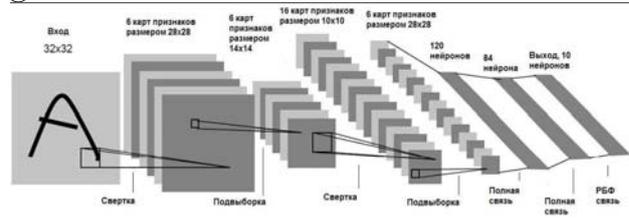


Рис. 1. Типовая структура сверточной нейронной сети

Во входной слой поступает центрированное изображение символа. Такая операция делается для того, чтобы характерные признаки рисунка (дуги, концевые точки) находились в центре рецептивного поля при извлечении признаков высокого порядка.

Первый слой является слоем свертки. Он состоит из 6 карт признаков размером 28x28 пикселей.

Рассмотрим процесс формирования этого слоя, поскольку остальные сверточные слои формируются подобным образом.

Каждый элемент карты признаков соединен с областью размером 5x5 на входном изображении. Следовательно, каждый элемент карты имеет 25 обучаемых коэффициентов и обучаемый сдвиг. Значение элемента карты вычисляется по формуле

$$X_i^{h,l} = f \left(\sum_{j=1}^{n_l-1} \sum_{k=1}^m X_{i-j}^{h,l-1} \cdot W_{i-j}^{h,l} + B_i^{h,l} \right), \quad (1)$$

где $X_i^{h,l}$ – значение элемента i в карте признаков h слоя l , n_l – количество карт признаков в слое l , $B_i^{h,l}$ – значение сдвига для элемента i в карте признаков h слоя l , $W_{i-j}^{h,l}$ – синаптический вес связи между элементом i в карте признаков h слоя l и элементом $i-j$ карты k слоя $l-1$.

Рецептивные поля соседних элементов на карте признаков соединены с соседними областями предыдущего слоя, следовательно, эти поля частично накладываются друг на друга. Как было сказано ранее, все элементы карты признаков имеют общий набор из 25 весов и сдвига, поэтому можно сказать, что они извлекают один и тот же признак во всевозможных областях предыдущего слоя. В данном случае, 6 различных карт второго слоя извлекают 6 различных признаков для разных областей изображения. Значения всех элементов карты признаков вычисляются путем последовательного прохода по входному слою и применению формулы (1) к

тем областям, которые являются локальными рецептивными для данных элементов карты признаков. Интересной особенностью сверточных слоев является тот факт, что при сдвиге входного изображения значения карт признаков будут сдвинуты на ту же самую величину. За счет этого сверточные сети обладают инвариантностью к сдвигам и искажениям входного сигнала.

Второй слой является слоем подвыборки. Он состоит из 6 карт признаков размером 14x14 пикселей, причем каждый из элементов карт этого слоя соединен с областью 2x2 в соответствующей карте признаков предыдущего слоя. Значения элементов слоев свертки также вычисляются по формуле (1). Поскольку задачей данного слоя является подвыборка (т.е. локальное усреднение), то каждая карта хранит один общий вес и сдвиг для своих элементов.

Третий слой является сверточным слоем с 16 картами признаков размером 10x10 пикселей. Каждый элемент в каждой карте признаков связан с несколькими областями размером 5x5 не всех, а только определенных карт предыдущего слоя. Такому необычному способу связи этих двух слоев есть ряд объяснений. Во-первых, соединение всех карт второго слоя со всеми картами третьего слоя значительно увеличило бы количество связей [2]. С другой стороны, соединение карт третьего слоя с определенными картами второго слоя нарушает симметрию сети, и заставляет ее извлекать совсем другие признаки, которые будут дополнять ранее извлеченные [3]. Как правило, архитектор сети сам принимает решение о том, по какому принципу организовывать соединение слоев.

Четвертый слой реализует подвыборку и состоит из 16 карт признаков размером 5x5. Этот слой мало чем отличается от второго подвыборочного слоя: каждый его элемент связан с областью 2x2 на соответствующей карте предыдущего слоя.

Пятый и шестой слои являются полносвязными. Седьмой, последний слой содержит 10 нейронов, каждый из которых соответствует тому или иному классу объектов.

Опыт Лекуна

Ян Лекун, французский ученый, занятый в области нейросетевой обработки изображений, продемонстрировал эффективность применения сверточных сетей по сравнению с классическими многослойными сетями, а также с другими методами распознавания. Кроме того, опыт показал устойчивость к небольшим изменениям освещенности, положения, фона и присутствию шума на изображении.

Входные изображения имели размер 96x96 пикселей. Объекты на изображениях, подаваемых системе, имели различное положение, освещенность, а также различный фон. Все это

делалось для того, чтобы оценить инвариантность сети к изменениям этих параметров.

Применение сверточной нейронной сети для распознавания образов показало преимущество в скорости по сравнению с использованием классической многослойной сети. Так, для распознавания областей 96x96 пикселей, следующих через каждые 12 пикселей на изображении размером 240x240 пикселей (всего 169 областей), сверточная сеть, использованная в опыте, производит 47,5 млн. операций накопления с умножением. Применение классической сети такой же сложности потребовало бы выполнения 788 млн. операций (169 раз по 4,66 млн. операций). Результаты опыта представлены в таблице 1 [2].

Таблица 1. Сравнительная характеристика методов распознавания

Классификация	
Классификатор	Уровень ошибки, %
Линейный классификатор	30,2
Метод К-ближайших соседей	18,4
Метод опорных векторов	13,9
Сверточная нейронная сеть	7,8
Сегментация/распознавание	
Сверточная нейронная сеть для изображений с текстурным фоном	10,6
Сверточная нейронная сеть для натуральных сцен	16,7

Заключение

В данном докладе рассмотрена архитектура сверточной нейронной сети, а также возможность ее применения для распознавания образов. В сравнении с классической многослойной нейронной сетью СНС устойчива к незначительным изменениям на изображениях и имеет преимущество в скорости обработки изображений. Данный вид сетей будет взят для более детального изучения в ходе научной работы.

Литература

1. В. Г. Прохоров. Использование сверточных нейронных сетей для распознавания рукописных символов. 2008 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://eprints.isoftware.kiev.ua/440/1/%231_D46-c669.pdf, свободный. – Загл. с экрана.
 2. NORB: Generic object recognition in images. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cs.nyu.edu/~yann/research/norb/>, свободный. – Загл. с экрана.
- Steve Lawrence, C. Lee Giles. Face Recognition: A Convolutional Neural Network Approach. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://clgiles.ist.psu.edu/papers/IEEE.TNN.face.recognition.hybrid.nn.pdf>, свободный. – Загл. с экрана.

РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ В ЗАДАЧЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ ЛАНДШАФТНОГО ПОКРОВА

Афанасьев А.А., Замятин А.В.

Томский политехнический университет
ulis@sibmail.ru

Введение

Специфика задачи проведения анализа земной поверхности на предмет изменений на основе тематических карт такова, что предполагает большое количество данных и итераций. В итоге время работы алгоритма зачастую оказывается неприемлемым по современным меркам. Наиболее существенное приращение производительности можно достичь с использованием параллельной обработки. Первостепенная задача в данном направлении – разработка параллельного алгоритма с удовлетворительными показателями качества и производительности.

Алгоритм моделирования

Рассмотрим фундаментальную задачу анализа динамики ландшафтного покрова. Имеем две разновременные тематические карты одной территории (Γ^1, Γ^2) на момент времени $t1$ и $t2$. Требуется выявить процессы изменения в ландшафте на данной территории и спрогнозировать дальнейшее развитие. Результатом прогнозирования станет тематическая карта Γ^t , полученная на основе выявленных тенденций на момент времени t в будущем.

В первую очередь на основе этих двух карт строится матрица фактических переходов - M_{ϕ} . В каждой ячейке этой квадратной матрицы размера n (где n – количество типов ландшафта) с координатами $[i, j]$ находится количество элементов типа ω_i перешедших в тип ω_j . На её основании строится стохастическая матрица P , в узлах которой находятся вероятности замещения ландшафта типа ω_i ландшафтом типа ω_j . Используя эти две матрицы можно построить матрицу ожидаемых переходов ($M_{ож}$). В её узлах – количество переходов ячеек между типами.

Кроме текущих тенденций учитываем, что вероятность перехода ячейки в тип ω_j будет тем выше, чем больше элементов такого типа в некоторой окрестности d этой ячейки. Выбираем окрестность, некоторой размерности $(2d+1)$, например 3 на 3 ($d=1$), 5 на 5 ($d=2$) и т.п., и подсчитываем количество элементов каждого типа в этом окне. Итоговая вероятность - $p_{ij}^{exp} = n_j \cdot p_{ij}$ где $j = 1, \dots, m$ (m – количество типов ландшафта в анализируемой окрестности, n_j – количество элементов типа ω_j в этой окрестности).

Такая закономерность известна как феномен распространения (expansion phenomenon). Помимо такого подхода, можно учитывать различные пространственные зависимости. Эти характеристики представляются в виде совокупности наборов матриц по каждому типу

характеристики, для каждого класса ландшафта. Пространственная вероятность обозначается P^{sp} . Также можно учитывать априорную вероятность в виде карт соответствия P^{aon} .

При расчетах, естественно определяется суммарная вероятность как некоторая функция от расчетных $p_{ij}^{рез} = f(p_{ij}^{exp}, p_{ij}^{sp}, p_{ij}^{aon})$. После того, как вероятности оценены, можно переходить к построению новой карты. Для каждой точки карты рассчитываются вероятности перехода в другие типы, затем случайно выбирается тип, в который перейдет данная точка (в соответствии с вероятностью).

Порядок преобразования определяется матрицей ранжирования R . Размер этой матрицы аналогичен размеру карты. В каждой клетке матрицы – порядковый номер преобразования. Номер преобразования определяется по величине максимальной вероятности какого-либо перехода в данной точке. Наибольший номер получают клетки в областях с наиболее выраженными процессами или наоборот с наиболее стабильным положением.

Подходы к реализации параллельной обработки

Разрабатываемый параллельный алгоритм должен соответствовать последовательному или даже быть лучше его, а также загружать имеющиеся вычислительные мощности при минимизации накладных расходов. Вычислительная система состоит из главного узла (ГУ) и вычислительных узлов (ВУ). Как показано в классическом алгоритме, расчеты вероятностей перехода конкретных ячеек проводится в объеме окна, поэтому кроме самой точки нужны все элементы расположенные не дальше d .

Проблема решается посылкой избыточных столбцов и строк на ВУ в количестве равном половине ширины окна (d). Таким образом, разбиение на ГУ проводится с перекрытием областей. Также, при делении карты важно выставить размеры больше чем $2d+1$.

Варианты реализации

Возможно как минимум 3 различных способа разбиения данных по узлам. Разбиения различаются с точки зрения учета локализации тенденций на территории и динамичности их проявления.

Только параллельное моделирование

Матрицы M_{ϕ} , P , $M_{ож}$ рассчитываются на ГУ. На ВУ посылаются фрагменты карт Γ^2 , данные необходимые для расчета пространственных характеристик, а также преобразованная $M_{ож}$, которая определяется как $M_{ож}' = \{m_{ож}[i, j]/N\}$, где N

– количество вычислительных узлов. Матрица R уже для каждого узла индивидуально (рис. 1.).

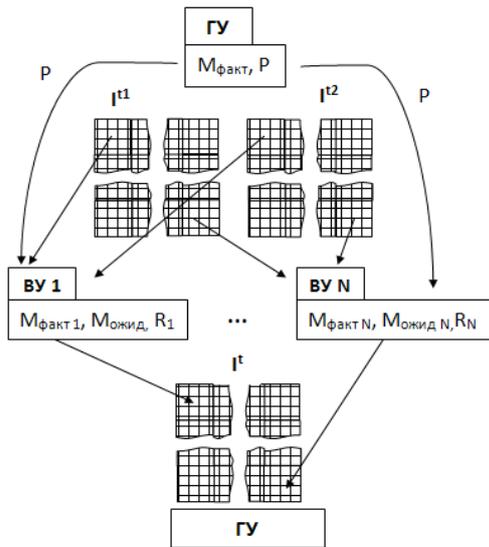


Рис. 1. Третий вариант реализации

В этом алгоритме обращает на себя внимание особенность, что в каждом участке преобразовывается равное количество пикселей ($\sum M_{ож}$), что полностью справедливо только при высокой однородности ландшафта.

Параллельный анализ и моделирование

Более удачным представляется вариант, когда на ВУ отправляются только участки I^{t1} и I^{t2} . Соответственно, $M_{ф}$, P , $M_{ож}$ высчитываются индивидуально для каждого ВУ. В дальнейшем алгоритм на каждом ВУ проходит по описанной выше схеме.

В случае этого алгоритма более справедливым является разделение доли преобразований по узлам, т.к. $M_{ож}$ высчитывается для ВУ индивидуально. Однако под вопросом остается справедливость результата таких вычислений.

Построенные стохастические матрицы будут учитывать особенности изменений только в пределах небольшой области. В случае если какие-то классы не попали в эти области, то, скорее всего, появятся ошибки моделирования, невозможные при последовательной реализации.

Параллельный анализ и моделирование с учетом общих тенденций

Для учета процессов на всей территории предлагается производить вычисление P на ГУ.

Соответственно эта матрица будет пересылаться на каждый ВУ, а $M_{ож}$ на ВУ будет рассчитываться уже на основе общей P .

Вполне возможно, что в некоторых случаях лучше учитывать процессы, происходящие на отдельных участках.

Заключение

Наиболее удачным представляется последний вариант. Так как он учитывает как процессы в целом на анализируемой территории, так и динамику изменений в локальной области. При любой предложенной модели обработки остается проблема границ. Дополнительные столбцы и строки решают проблему наличия соседних клеток, но они не меняются в течение алгоритма, что не соответствует последовательному подходу.

Таким образом, на границах будут формироваться ошибки моделирования. В нашем случае рассмотрены лишь основные различия в подходах. Учитывая, что почти все параметры моделирования можно рассчитывать централизованно или локально, количество вариантов сильно возрастает. Поэтому итоговое решение должно иметь гибкие настройки.

Также немалую роль играет характер ландшафта. Окончательную конфигурацию системы параллельной обработки следует определять из результатов исследования. Использовать готовую систему планируется на кластере ПК и суперкомпьютере, в последнем случае ВУ являются просто отдельными процессами, реальная же их параллельность будет обеспечиваться ОС суперкомпьютера.

Литература

1. А.В. Замятин. Анализ динамики ландшафтного покрова на основе данных дистанционного зондирования Земли // Исследование Земли из космоса, №6.– 2006.– С.50-64.
2. J. Ronald Eastman. IDRISI Kilimanjaro Guide to GIS and Image Processing. 2003 – 328 с.
3. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 608 с.
4. Антонов А.С. Параллельное программирование с использованием технологии MPI. – М: Издательство Московского университета, 2004–72 с.

КВАЗИСТАЦИОНАРНАЯ МОДЕЛЬ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЛОКАЛЬНОГО ЗАМОРАЖИВАНИЯ ТКАНЕЙ ГОРТАНИ

Евдулов О.В., Исмаилов Т.А., Рагимова Т.А.
Дагестанский государственный технический университет
ole-ole-ole@rambler.ru

В лаборатории полупроводниковых термоэлектрических приборов и устройств ГОУ ВПО «Дагестанский государственный технический университет» разработано устройство для локального замораживания тканей гортани [1], предназначенное для лечения заболеваний верхних дыхательных путей (хронический тонзиллит, хронический фарингит и др.). В состав прибора входят 2 термоэлектрические батареи (ТЭБ), сопряженные посредством протяженного цельнометаллического теплового мостика, жидкостной радиатор для отвода тепла с горячих спаев термоэлементов, воздействующий наконечник.

В настоящей работе рассматривается квазистационарная расчетная модель для анализа теплового режима работы данного прибора. Тепловая модель для такого полупроводникового термоэлектрического устройства (ПТЭУ) изображена на рис. 1.

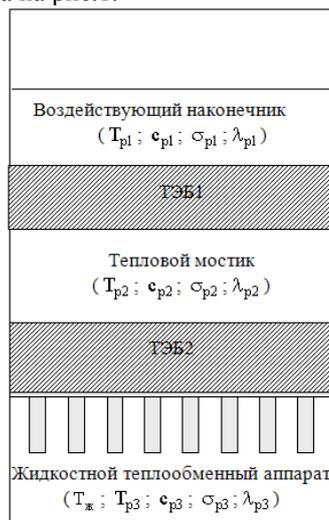


Рис. 1. Расчетная схема ПТЭУ для локального замораживания

ТЭБ1 через воздействующий наконечник с теплоемкостью c_{p1} и тепловой проводимостью σ_{p1} первыми спаями сопряжена с биологической тканью, имеющей соответственно теплоемкость c_t и тепловую проводимость σ_t . Вторые спаи ТЭБ1 сопряжены с торцевой поверхностью теплового мостика, имеющего теплоемкость c_{p2} и тепловую проводимость σ_{p2} , вторая торцевая поверхность которого приведена в тепловой контакт с первыми спаями второй ТЭБ2. Вторые спаи ТЭБ2 посредством жидкостного теплообменного аппарата с теплоемкостью c_{p3} и тепловой проводимостью σ_{p3} поддерживаются при температуре T_{p3} . Температура протекающей по теплообменному аппарату жидкости

поддерживается равной $T_{ж}$. Через ТЭБ1 и ТЭБ2 протекает ток постоянной плотности соответственно j_1 и j_2 . Кроме того, предполагается, что теплообмен между тканью и кровью происходит в любой точке рассматриваемого биологического объекта и характеризуется удельной мощностью объемных источников теплоты $Q_{вн}$.

Математическая реализация модели определяется системой дифференциальных уравнений [2]:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dT_t}{dt} &= \frac{1}{m_t c_t} [\sigma_t (T_{p1} - T_t) + Q_{вн} + \sigma_{cp} (T_{cp} - T_t)] \\ \frac{dT_{p1}}{dt} &= \frac{1}{m_{p1} c_{p1}} \left[n_1 S_1 \left[-e_{1j} T_{p1} + \frac{1}{2} j_1^2 \rho_1 h_1 + \frac{\lambda_1}{h_1} (T_{p2} - T_{p1}) \right] - \sigma_{cp} (T_{cp} - T_{p1}) \right] \\ \frac{dT_{p2}}{dt} &= \frac{1}{m_{p2} c_{p2}} \left[n_2 S_2 \left[-e_{2j} T_{p2} + \frac{1}{2} j_2^2 \rho_2 h_2 + \frac{\lambda_2}{h_2} (T_{p3} - T_{p2}) \right] + \right. \\ &\quad \left. + n_1 S_1 \left[e_{1j} T_{p1} + \frac{1}{2} j_1^2 \rho_1 h_1 + \frac{\lambda_1}{h_1} (T_{p2} - T_{p1}) \right] - \sigma_{cp} (T_{cp} - T_{p1}) \right] \\ \frac{dT_{p3}}{dt} &= \frac{1}{m_3 c_{p3}} \left[n_2 S_2 \left[e_{2j} T_{p2} + \frac{1}{2} j_2^2 \rho_2 h_2 - \frac{\lambda_2}{h_2} (T_{p3} - T_{p2}) \right] - \sigma_{p3} (T_{p3} - T_{ж}) \right] \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где T_t – температура биологической ткани; T_{p1} – температура воздействующего наконечника, имеющего тепловой контакт с биологическим объектом; T_{p2} – температура теплового мостика; T_{g1} – температура горячего спая ТЭМ1; T_{x2} – температура холодного спая ТЭМ2; m_t – средняя масса ткани; $m_{p1,p2,p3}$ – масса воздействующего наконечника, теплового мостика и радиатора ТЭБ2; $e_{1,2}$ – коэффициент термо-э.д.с. термоэлементов в ТЭБ; $\rho_{1,2}$ – удельное электрическое сопротивление ТЭБ; $h_{1,2}$ – высота термоэлементов в ТЭБ; $\lambda_{1,2}$ – коэффициент теплопроводности материала ТЭБ; T_{cp} – температура окружающей среды, σ_{cp} – коэффициент теплоотдачи в окружающую среду.

Начальные условия для случая оценки продолжительности выхода устройства в рабочий режим задаются при холостом ходе (контакт устройства с биологическим объектом отсутствует), исходя из предположения, что в начальный момент времени ТЭС находится в термодинамическом равновесии с окружающей средой и температура всех точек системы равна температуре среды. При этом система уравнений (1) записывается в виде:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dT_{p1}}{dt} &= \frac{1}{m_1 c_{p1}} \left[n_1 S_1 \left[-\epsilon_{1j} T_{p1} + \frac{1}{2} j_1^2 \rho_1 h_1 + \frac{\lambda_1}{h_1} (T_{p2} - T_{p1}) \right] - \sigma_{cp} (T_{cp} - T_{p1}) \right] \\ \frac{dT_{p2}}{dt} &= \frac{1}{m_2 c_{p2}} \left[n_2 S_2 \left[-\epsilon_{2j} T_{p2} + \frac{1}{2} j_2^2 \rho_2 h_2 + \frac{\lambda_2}{h_2} (T_{p3} - T_{p2}) \right] + \right. \\ &\quad \left. + n_1 S_1 \left[\epsilon_{1j} T_{p1} + \frac{1}{2} j_1^2 \rho_1 h_1 + \frac{\lambda_1}{h_1} (T_{p2} - T_{p1}) \right] - \sigma_{cp} (T_{cp} - T_{p1}) \right] \\ \frac{dT_{p3}}{dt} &= \frac{1}{m_3 c_{p3}} \left[n_3 S_3 \left[\epsilon_{3j} T_{p3} + \frac{1}{2} j_3^2 \rho_3 h_3 - \frac{\lambda_3}{h_3} (T_{p3} - T_{p2}) \right] - \sigma_{p3} (T_{p3} - T_{ж}) \right] \end{aligned} \right\} \cdot (2)$$

Для случая оценки продолжительности экспозиции при воздействии на ткани гортани начальными являются условия, взятые из полученных ранее данных для оценки выхода устройства на рабочий режим, а объект воздействия имеет температуру, равную 309 К.

Считается, что температуры воздействующего наконечника и радиаторов равны соответствующим температурам спаев. Данное допущение завышает величину времени на режим, и полученные впоследствии результаты будут являться оценкой сверху. Также предполагаем, что температурные поля объекта, воздействующего наконечника и радиаторов однородны.

Решение систем (1) и (2) осуществлено численным образом в пакете прикладных программ MATHCAD. Расчет производился при следующих исходных данных: $\epsilon_{1,2}=350 \cdot 10^{-6}$ В/К; $h_{1,2}=0,002$ м; $\lambda=3$ Вт/м·К; $\rho=0,0001$ Ом·м; $c_{p1,2,3}=380$ Дж/кг·К; $c_r=3458$ Дж/кг·К.

При этом тепловые проводимости определялись по формулам:

$$\begin{aligned} \sigma_{p1} &= \frac{\lambda_{p1} \cdot S_{p1}}{\delta_{p1}}, \quad \sigma_{p2} = \frac{\lambda_{p2} \cdot S_{p2}}{\delta_{p2}}, \\ \sigma_{p3} &= \frac{\lambda_{p3} \cdot S_{p3}}{\delta_{p3}}, \quad \sigma_T = \frac{\lambda_T \cdot S_T}{\delta_T} \end{aligned} \quad (3)$$

где $\lambda_{p1}, \lambda_{p2}, \lambda_{p3}, \lambda_T$ – коэффициент теплопроводности соответственно воздействующего наконечника, теплового мостика, радиатора, биологической ткани; $S_{p1,2,3,T}$ – площадь поверхностей соприкосновения соответственно устройства для замораживания тканей гортани и биологического объекта, воздействующего наконечника и ТЭБ1, теплового мостика и ТЭБ2, радиатора в жидкостном теплообменнике; $\delta_{p1}, \delta_k, \delta_{тк}$ – толщина соответственно воздействующего наконечника, теплового мостика, радиатора, биологической ткани. Численные значения исходных величин в выражениях (3) принимались следующими: $\lambda_{p1}=389$ Вт/м·К; $\lambda_{p2}=389$ Вт/м·К; $\lambda_{p3}=389$ Вт/м·К; $\lambda_T=0,2$ Вт/м·К; $S_{p1}=25 \cdot 10^{-6}$ м²; $S_{p2}=10^{-4}$ м²; $S_{p3}=36 \cdot 10^{-4}$ м²; $\delta_{p1}=0,01$ м; $\delta_{p2}=0,13$ м; $\delta_{p3}=0,02$ м; $\delta_T=0,01$ м.

Произведен расчет теплового поля системы прибор – объект воздействия в зависимости от времени при $T_{cp}=298$ К для случая функционирования устройства без нагрузки и в случае воздействия на ткань гортани. Рассмотрен временной ход температуры ткани гортани, воздействующего наконечника, теплового мостика и жидкостного теплообменного аппарата при различных токах питания ТЭБ, а также для различных значений $T_{ж}$.

Как следует из полученных данных, зависимости носят монотонный убывающий характер. При этом без тепловой нагрузки температура воздействующего наконечника стабилизируется приблизительно через 18-20 мин., что соответствует продолжительности его выхода на рабочий режим. Данное обстоятельство необходимо учитывать при проведении медицинских процедур, то есть целесообразным является включение прибора до проведения процедур с целью вывода его на рабочий режим и уже затем воздействие на пациента. При этом увеличение силы тока, протекающего через ТЭБ вплоть до оптимального понижает температуру наконечника. Дальнейшее увеличение силы тока вызывает превалирование теплоты Джоуля над теплотой Пельтье, увеличивающее температуру объекта воздействия. Таким образом, при фиксированной температуре $T_{ж}$ предельное снижение температуры воздействующего наконечника ограничено величиной оптимального для данного типа ТЭБ тока питания. Получить более глубокое снижение температуры объекта воздействия можно, уменьшив значение $T_{ж}$.

Таким образом, в настоящей работе рассмотрен расчет теплового режима устройства для локального замораживания тканей гортани на базе квазистационарной модели прибора, позволяющий определить изменение температуры во времени различных точек устройства при изменении его различных параметров

Литература

1. Патент № 2245695 РФ. Полупроводниковое термоэлектрическое устройство для локального замораживания тканей гортани / Исмаилов Т.А., Аминов Г.И., Рагимова Т.А. - № 2002135494/14; Заявл. 26.12.2002; Оpubл. 10.02.2005, Бюл. № 4.
2. Тахистов Ф.Ю. Квазистационарная модель переходного процесса термоэлектрической системы охлаждения. Сборник докладов VII Межгосударственного семинара «Термоэлектрики и их применения», СПб.: ФТИ РАН им. А.Ф. Иоффе, 2000, с.279-282.

ФАЗОЧАСТОТНЫЙ АЛГОРИТМ ПРОСЛЕЖИВАНИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН С УПРАВЛЯЕМОЙ ПРОТЯЖЕННОСТЬЮ ЕГО ФУНКЦИИ КАЧЕСТВА

Обухов Д.С., Корниенко Т.А.
Томский политехнический университет
obukhovds@gmail.com

Прогресс в решении обратных задач сейсморазведки в настоящее время обеспечивается широким использованием ЭВМ и построением на их основе программно-алгоритмических комплексов обработки данных.

При этом одним из важнейших элементов создания программных комплексов является разработка эффективных алгоритмов прослеживания сейсмических волн, так как многие задачи структурной сейсморазведки и прогноза геологического разреза решаются по данным корреляции волн [1].

В современных комплексах обработки сейсмических данных наибольшее распространение получили алгоритмы прослеживания, использующие в качестве информативных признаков преимущественно энергетические характеристики сейсмосигналов.

В последнее время предложен также ряд спектральных алгоритмов прослеживания, основанных на информационных свойствах фазовых спектров отраженных сейсмических волн [2–4].

Проведенные исследования и применение фазочастотных алгоритмов показали, что они

позволяют в условиях существенной априорной неопределенности обнаруживать и выделять сигналы на фоне интенсивных помех.

В данном докладе рассматривается новый фазочастотный алгоритм, позволяющий повысить разрешение сигналов при прослеживании фиксированных волн в условиях их интенсивной интерференции.

Предположим, что на некотором интервале сейсмических записей наблюдаются сигналы, регистрируемые на фоне нерегулярных помех.

Будем считать, что по отдельной сейсмотрассе перемещается окно анализа, вырезая в каждый фиксированный момент времени участок записи (рис.), который может быть представлен в виде:

$$X(t) = S(t - \tau) + \xi(t), \quad (1)$$

где $S(t)$, $\xi(t)$ – соответственно сейсмический сигнал и нерегулярная помеха, τ – временное положение сигнала.

В этом случае задачу прослеживания фиксированных сейсмических волн можно рассматривать как задачу определения временного положения в некотором перемещающемся окне анализа (рис. 1.).

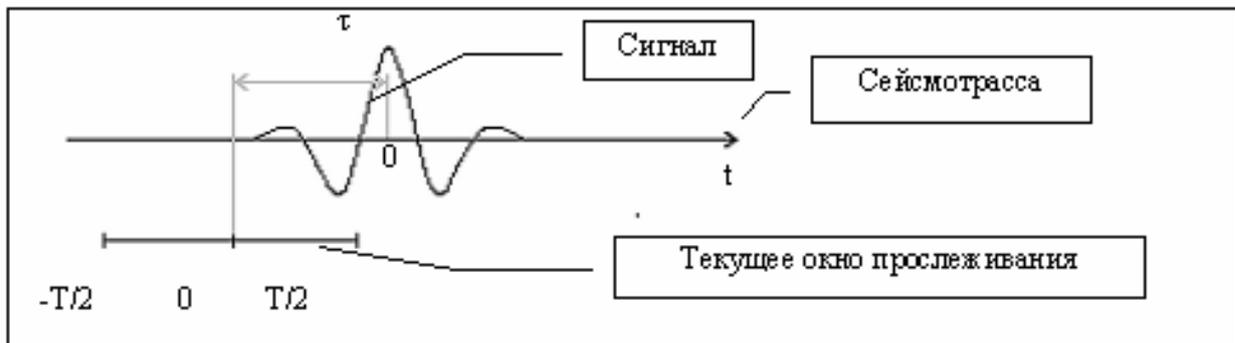


Рис. 1. Схема, поясняющая фазочастотное прослеживание сейсмических волн.

В процессе прослеживания сигнала формируется функция качества $L(\tau)$ (критерий оценки местоположения сигналов). В случае фазочастотных алгоритмов с равновесной и неравновесной обработкой обобщенная функция качества может быть представлена в виде [3,4]:

$$L(\tau) = \sum_{k=1}^m W(f_k) \cos(\varphi_x(f_k) - 2\pi f_k \tau), \quad (2)$$

где $W(f_k)$ – принимаемая весовая функция, $\varphi_x(f_k)$ – мгновенный фазовый спектр выделяемого участка сейсмотрассы. При этом временное положение сигналов оценивается по

положению экстремума функции $L(\tau)$, которая формируется при перемещении окна анализа вдоль сейсмической трассы.

Для равновесного алгоритма $W(f_k)$ принимается равной единице; для алгоритмов с неравновесной обработкой – задается треугольной или экспоненциальной формы.

Проведенный анализ фазочастотных характеристик сейсмоимпульсов отраженных волн показал, что их фазовые спектры при определенном окне анализа обладают свойством

стационарности в полосе частот, в которой сосредоточена основная энергия сигналов [2].

В этой связи, наложив ограничения на область изменения мгновенных фазовых спектров $\varphi_x(f_k)$ в выражении (2), можно значимо уменьшить протяженность экстремумов функции качества.

Дискриминирующее свойство фазочастотных алгоритмов при разрешении сигналов дополнительно могут быть изменены, если вместо функции \cos в формуле (2) ввести некоторые другие функции, которые обладают большей «чувствительностью» к изменению мгновенных фазовых спектров.

Указанные предпосылки были положены в основу нового алгоритма, в котором протяженностью функции качества можно управлять, наложив определенные ограничения на фазовые спектры анализируемых сигналов.

Функцию качества такого алгоритма можно представить в следующей форме:

$$L(\tau) = \sum_{k=1}^m F\left(\frac{\varphi_x(f_k, \tau)}{a(f_k)}\right), \quad (3)$$

где $a(f_k)$ определяет ограничения на $\varphi_x(f_k, \tau)$ вида:

$$a(f_k) = \pi f_k T^* \quad (4)$$

Величина T^* определяет устанавливаемую протяженность функции качества в области возможного местоположения сигнала.

Функция $F\left(\frac{\varphi_x(f_k, \tau)}{a(f_k)}\right)$, получившая название фазопреобразующей функции, должна удовлетворять следующему условию:

$$F\left(\frac{\varphi_x(f_k, \tau)}{a(f_k)}\right) = 0 \text{ при } |\varphi_x(f_k, \tau)| > a(f_k) \quad (5)$$

Исходя из указанных условий, был реализован новый алгоритм фазочастотного прослеживания волн и проведено исследование его помехоустойчивости и разрешающей способности на различных моделях сейсмических волновых полей.

Показано, что применение данного алгоритма позволяет повысить примерно в 1.5 раза разрешение сигналов по сравнению с ранее известными фазочастотными алгоритмами прослеживания волн с равновесной и неравновесной обработкой.

Литература

1. Боганик Г.Н., Гурвич И.И. Сейсморазведка. – Тверь: АИС, 2006. – 744 с.
2. Иванченков В.П., Вылегжанин О.Н., Орлов О.В. и др. Фазочастотный анализ сейсмических сигналов и его применение в задачах прогноза геологического разреза // Инновационные методы и технологии нефтегазописковых работ и возможные пути их реализации в юго-восточных районах Западной Сибири. – Томск: ЦНТИ, 2000. – С. 62-74.
3. Иванченков В.П., Вылегжанин О.Н., Орлов О.В., Кочегуров А.И., Козлов А.А. Методы фазочастотного анализа волновых полей и их применение в задачах обработки данных сейсморазведки // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2006. – Т.309. – №7. – С. 65 – 70.
4. Иванченков В.П., Кочегуров А.И. Определение временного положения сейсмических сигналов по оценкам их фазочастотных характеристик // Геология и геофизика

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СБЫТА НА ОСНОВЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА КОМПЛЕКСА ВНЕШНИХ И ВНУТРЕННИХ ФАКТОРОВ ПРЕДПРИЯТИЯ

Шумков А.С.

Ижевский государственный технический университет
heavy.al@gmail.com

Прогнозирование является немаловажным этапом в ходе принятия управленческих решений и формирования производственных планов на предприятии. В частности, результаты прогноза уровня сбыта для различных категорий изделий позволяют определить объемы или необходимость выпуска той или иной продукции, и впоследствии сформировать более качественные планы производства и закупок. На многих производственных предприятиях, как правило,

применяются относительно простые статистические методы прогнозирования. В некоторой степени они могут обладать достаточной эффективностью применительно к массовому производству, однако в случае серийного производства высокая изменчивость рыночных условий приводит к снижению точности результирующих прогнозов. В общем случае прогноз строится на основе исследования временных рядов с накопленными

статистическими данными по уровню продаж того или иного вида продукции. При помощи статистических методов (экстраполяционное сглаживание, регрессионный анализ, авторегрессионные модели ARIMA [1, 2]) из анализируемого временного ряда удается извлечь такие компоненты как тренд, сезонность, цикличность. Казуальные компоненты, как правило, не рассматриваются, так как не поддаются формализации.

Также к недостаткам традиционно используемых методов прогнозирования можно отнести тот факт, что прогнозирование осуществляется изолированно для каждого временного ряда, например, для отдельной категории продукции. В таком случае вполне вероятно, что многие из существующих зависимостей не будут обнаружены в ходе прогнозирования и, следовательно, результаты прогнозов могут оказаться далеки от фактических значений. Для решения вышеперечисленных проблем предлагается метод прогнозирования, который позволит выявить и учесть большее число зависимостей. Эффективность и, в то же время, новизна метода обусловлена активным применением средств интеллектуального анализа данных практически на всех его этапах. Основу метода составляет аппарат искусственных нейронных сетей (НС). В сравнении со статистическими методами НС обладает рядом неоспоримых преимуществ, благодаря которым они находят свое применение все в больших прикладных областях. В первую очередь, она позволяет легко исследовать зависимость прогнозируемой величины от множества независимых переменных, причем построенная модель НС окажется достаточно гибкой в случае, если неизвестно, какие именно параметры оказывают влияние на результат прогнозирования, а какие – нет. Учет тех или иных параметров задается включением соответствующих нейронов во входной слой сети. В качестве другого преимущества можно указать способность к обучению и обобщению знаний, которая осуществляется благодаря адаптивному изменению внутреннего состояния сети в процессе обработки исторических данных (обучения).

Структура предлагаемого метода представлена на рис. 1. Далее рассмотрим этапы более подробно.

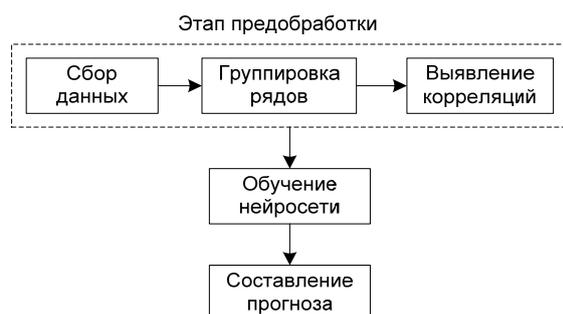


Рис. 1. Структура метода прогнозирования

Перед тем как нейронная сеть будет способна решать поставленную задачу, она должна быть обучена на множестве примеров, которые можно получить из накопленных исторических данных. При этом естественно возникает вопрос о том, каким образом выполнить предобработку обучающих данных. Если рассматривать наиболее простой вариант решения задачи прогнозирования сбыта, то в качестве входных значений будет достаточно обладать данными по прошлым продажам каждого вида продукции, и на их основе построить продолжение имеющегося временного ряда. Однако не всегда простой путь оказывается верным. В данном случае мы можем потерять важные знания о возможно существующих скрытых зависимостях, которые можно обнаружить, исследуя целый комплекс факторов. Задача прогнозирования сбыта характеризуется как многокритериальная, так как на результат могут в разной степени влиять не только внутренние показатели для предприятия (уровень продаж, стоимость продукции и др.), но и социально-экономические факторы внешней среды (уровень инфляции, уровень безработицы, средний размер заработной платы и т.д.). Абсолютно все условия учесть невозможно. Наиболее эффективным подходом будет выбор только тех показателей, которые действительно оказывают значащее влияние на прогнозируемый уровень продаж.

В предлагаемом методе предварительная обработка входных данных выполняется по следующему плану. Исходное множество временных рядов разбито на две группы: группу А составляют те, для которых необходимо получить прогноз (уровень продаж), остальные входят в группу В. На вход НС будут подаваться значения из всех рядов группы А. Необходимость включения рядов из группы В определяется в зависимости от степени их коррелированности с каждым из рядов группы А. Здесь следует отметить, что эффект воздействия на прогнозируемый уровень продаж от некоторых внешних факторов в силу их инертности может проявиться не сразу, а по истечении некоторого времени. Еще одна интересная особенность предлагаемого метода заключается в том, что подобные ситуации тоже учитываются: для анализируемых временных рядов последовательно выполняется пошаговый сдвиг назад по временной шкале на малую дискретную величину до тех пор, пока функция корреляции $\delta(\tau)$ не достигнет минимального значения:

$$\delta_0 = \min_{\tau \rightarrow 1} \delta(\tau) = \min_{\tau \rightarrow 1} \sum_{i=1}^{\tau} \omega(A_i, B_i),$$

где τ – отрезок времени от начала временного ряда A до окончания смещаемого временного ряда B ; A_i – i -ый отрезок временного ряда группы А; B_i – i -ый отрезок временного ряда группы В; $\omega(A_i, B_i)$ – степень коррелированности двух функций на интервале – представляет собой

разность квадратов дифференциалов функций временных рядов на i -ом интервале. Данная процедура выявления корреляций способствует повышению скорости обучения сети.

Таким образом, мы приходим к постановке простой комбинаторной задачи, в которой в качестве элементов будут приняты временные ряды, содержащие значения внешних и внутренних социально-экономических показателей, а в качестве оптимизационной функции будет выступать функция $\delta(\tau)$. Решение данной задачи осуществляется с применением математического аппарата генетических алгоритмов. На основе отобранных комбинаций формируется нейронная сеть.

Среди множеств существующих архитектур НС был выбран вариант НС с обратным распространением ошибки (ОРО), который позволяет накапливать исторические данные путем переопределения весов связей внутри сети (рис. 2).

Стоит отметить, что особенностью данной сети является способ подбора весов с использованием генетических алгоритмов, а не привычного метода градиентного спуска [3]. Такой подход позволяет наиболее точно определить значения весов и достигнуть глобального экстремума функции ошибки, что в свою очередь положительно сказывается на скорости обучения сети.

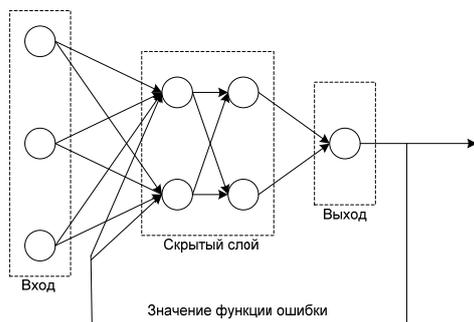


Рис. 2. Архитектура сети с ОРО

Для ее обучения используется метод скользящих окон (рис. 3), при котором обучающий вектор и вектор контрольных значений формируются из нескольких последовательных значений временного ряда, расположенных в двух следующих друг за другом окнах, которые сдвигаются вдоль временного ряда на каждой итерации обучения сети.

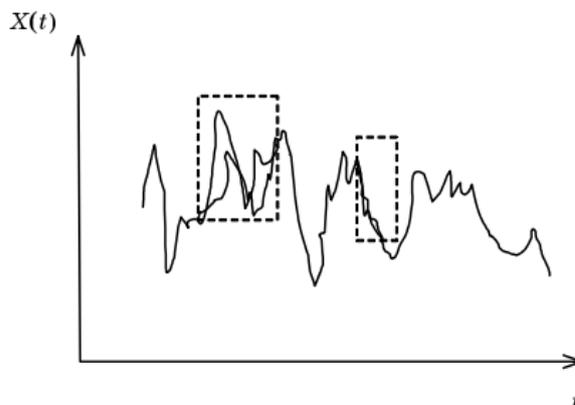


Рис. 3. Метод скользящих окон

Натренированная НС способна выполнять прогноз динамики продаж в разрезе различных категорий продукции. Сеть обладает знаниями о влиянии внешних и внутренних показателей предприятия на уровень продаж, поэтому, варьируя значения этих показателей, мы сможем добиться более точного прогноза.

Литература:

1. Э.Е. Тихонов. Методы прогнозирования в условиях рынка: учебное пособие. – Невинномысск, 2006. – 221 с.
2. Е.М. Четыркин. Статистические методы прогнозирования.: М., «Статистика», 1977. – 200с.
3. М.Л. Кричевский. Интеллектуальный анализ данных в менеджменте: СПбГУАП. СПб., 2005. – 208с.

ДВУХМЕРНОЕ СТАЦИОНАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА В ДИОДЕ

Нгуен Минь Туан, Коваль Т. В.
Томский политехнический университет
nguyenminhtuan@mail.ru

С помощью численного моделирования проводится исследование двумерного стационарного состояния электронного пучка в диоде. Показано, что в диоде с плоской эмиссионной поверхностью пучок имеет неоднородное распределение плотности тока по радиусу пучка с максимумом на краю пучка, однородное распределение плотности тока можно получить в диоде с плавно увеличивающимся диодным зазором. Отражательные триоды со взрывоэмиссионными катодами известны как генераторы мощных импульсов электромагнитного излучения [1]. В отражательных триодах применяются диоды с катодами, эмиссионная способность которых создается в результате взрывов микроострий, приводящих к образованию слоя плотной плазмы. Эмиттирующей поверхностью является граница плазменного слоя, потенциал, которой равен потенциалу катода. С поверхности плазмы происходит отбор электронного пучка, эмиссионная способность, которой считается неограниченной. На поверхности эмиссии электрическое поле равно нулю. Работа плоского одномерного диода в области низких напряжений хорошо описывается известным законом Чайлда-Ленгмюра (закон трех вторых) [2]:

$$j = \frac{\sqrt{2}}{9\pi} \left[\frac{e}{m} \right]^{1/2} \frac{\Phi_0^{3/2}}{d^2}, \quad (1)$$

когда ток диода ограничивается целиком полем пространственного заряда, а траектории электронов ортогональны эквипотенциальным поверхностям в межэлектродном зазоре; j - плотность тока пучка, e и m - заряд и масса электрона, Φ_0 - разность потенциалов, d - диодный зазор. Аналитический расчет вакуумных диодов получен только для простых конфигураций, которые могут быть описаны в одномерном приближении либо в ультрарелятивистском приближении без учета эффектов в прикатодном слое.

В настоящей работе исследуется стационарное двумерное состояние электронного пучка в диоде с учетом влияния краевых эффектов. Рассмотрим стационарный электронный поток в диоде с неограниченной эмиссионной способностью катода. Считаем, что движение электронов в диоде является слабoreлятивистским $\gamma - 1 = eU / m_0 c^2 \ll 1$, где U - ускоряющее напряжение в диоде. В рамках однопоточной гидродинамической модели параметры системы: скорость электронов V ,

плотность заряда ρ . Потенциал электрического поля Φ , описываются системой уравнений:

$$\Delta \Phi = -4\pi\rho, \quad (2)$$

$$\nabla(\rho \vec{v}) = 0 \quad (3)$$

с граничными условиями на эмиттирующей поверхности катода $\Phi|_k = \nabla\Phi|_k = 0$ и на неэмиттирующей поверхности катода $\Phi|_k = 0$, на аноде $\Phi|_a = (\gamma_0 - 1)(mc^2 / e)$, γ_0 - относительная энергия электронов или релятивистский фактор, соответствующий приложенному напряжению. Полный ток в диоде $I = \int_S j(\vec{r}) dS$, где интеграл берется по любой поверхности, содержащей поперечное сечение пучка, $j = \rho v$.

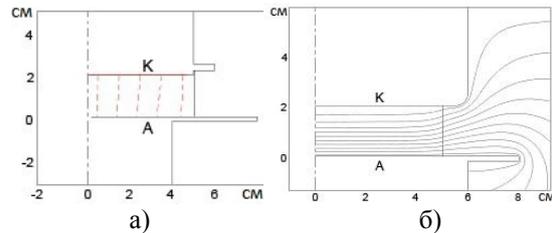


Рис. 1. Конфигурации плоского диода; а) траектории частиц, б) силовые линии электрического потенциала.

На рис.1 в системе координат (r, z) показаны конфигурации диода с плоским катодом, К - катод, А - анод. Распределение электрического поля в диоде получим из решения уравнения Пуассона (2) при выполнении условия непрерывности (3), полагая, что $j_z(r, z) = j(r)$ и движение электронов близко к одномерному, т.е. $v_z \gg v_r$. На рис. 2 показаны распределения электрического поля $E_z = l \nabla \Phi / \Phi_0$ ($l = 1$ см) на катоде для распределений плотности тока эмиссии $j(r) = const$ и $j(r) \sim j_0(1 + 0,35(r/r_b)^2)$; радиус пучка $r_b = 5$ см и $d = 2$ см, $U = 500$ кВ.

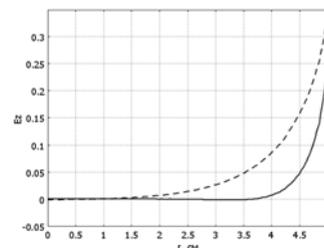


Рис. 2. Распределение поля E_z на катоде при $r_b = 5$ см для разных плотностей тока: $j_z = const$ (пунктирная линия), $j(r) \sim j_0(1 + 0,35(r/r_b)^2)$ (сплошная линия).

Условие ограничения тока пространственным зарядом $E_z = 0$ выполняется только в центральной

части эмиссионной поверхности. При неоднородном распределении $j(r) \sim j_0(1 + 0,35(r/r_b)^7)$ условие $E_z=0$ выполняется уже до радиуса 4 см. Таким образом, неоднородность электростатического поля на катоде обуславливает неоднородность плотности тока $j_z = j_z(r)$ на эмиссионной поверхности.

Условие неограниченной эмиссии $E_z|_K = 0$ выполнится в плоском диоде при распределении плотности тока, имеющем максимум на краю пучка. При этом согласно уравнению непрерывности $dj_z/dz = 0$, а ток диода равен

$$I = 2\pi \int_0^{r_b} j_z(r) r dr.$$

На рис. 3 показана конфигурация диода с плавно меняющимся радиусом эмиссионной поверхности. Плавное увеличение зазора на краю пучка имеет степенную зависимость от радиуса и обеспечивает однородность плотности тока эмиссии на краю пучка.

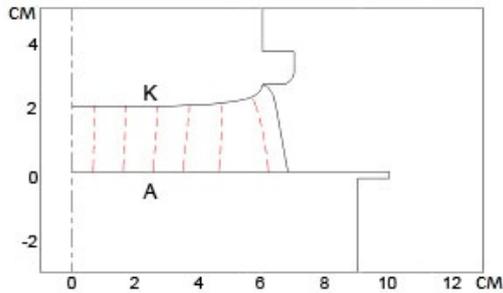


Рис. 3. Конфигурация диода и некоторые траектории электронов.

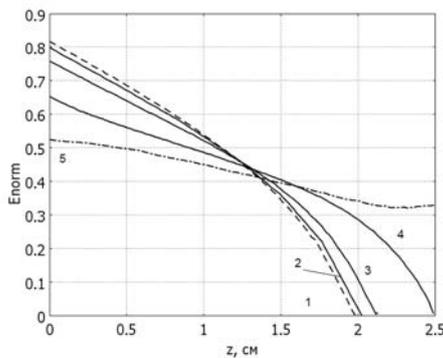


Рис. 4. Распределение нормальной составляющей электрического в диоде на разных радиусах: 1 - $r = 0.1$ см, 2 - 3 см, 3 - 4.5 см, 4 - 5 см, 5 - 5.5 см.

На рис. 4 показано распределение нормальной составляющей электрического поля в диоде на разных радиусах. Электрическое поле не имеет линейной зависимости в диодном зазоре и равно нулю на всей поверхности эмиттера. Так как $j_z = const$, а $j_z \gg j_r$, то ток пучка диода $I = j_z \pi r_b^2$. Краевые эффекты вносят вклад в величину плотности тока диода, чем меньше эмиссионная поверхность, тем больше их влияние. На рис. 5 показаны зависимости плотности тока диода на оси пучка от ускоряющего напряжения при разных радиусах пучка, для сравнения показана кривая, рассчитанная по формуле (1). Численные

исследования показали, что стационарное состояние пучка в диоде зависит не только от геометрии катода, но и от геометрии анода и внешнего резонатора.

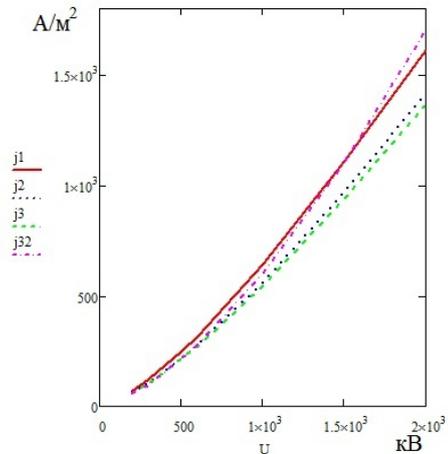


Рис. 5. Зависимости плотности тока диода на оси пучка от ускоряющего напряжения; $j_1, j_2, j_3, j_{3/2}$ получены при- $r_b = 1$ см, 3 см, 5 см, и по закону 3/2 соответственно.

На рис. 1 и 3 показаны некоторые траектории электронов пучка в диоде, полученные из решения уравнения движения с учетом собственных полей пучка.

Практическая реализация плоской эмиссионной поверхности возможна только при малых эмиссионных токах или малых ускоряющих напряжениях. Как указывают эксперименты, формирование плазменных факелов начинается с краевых микроострий, и при после нескольких выстрелов эмиссионная поверхность на краях становится неоднородной [3]. При этом диодный зазор на краю пучка незначительно больше, чем в центре, что обеспечивает однородность тока пучка в диоде. Краевые эффекты пучка влияют на плотность тока диода. Чем меньше радиус пучка, тем больше величина плотности тока по сравнению с законом 3/2 (1). О совпадении с законом 3/2 можно говорить в узкой области напряжений и больших радиусах катода. Исследование стационарного состояния пучка в диоде, представляет интерес с точки зрения распределения плотности тока (по абсолютному значению) в промежутке катод-анод отражательного триода.

Литература

1. Диденко А.Н., Григорьев В.П., Жерлицын А.Г. Генерация электромагнитных колебаний в системах с виртуальным катодом // В сб.: Плазменная электроника / Под ред. В.И. Курилко. – Киев: Наукова думка, 1989. – С. 112–131.
2. Миллер, Р. Б. Введение в физику сильноточных пучков заряженных частиц: пер. с англ. / Р. Б. Миллер. - М.: Мир, 1984. - 432 с.
3. Г.А.Месяц. Эктоны. Екатеринбург. УИФ «Наука», 1994-ч.1.- с. 183, ч.3.- с.261.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ДАННЫХ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕЧЕНИЯ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ КРОВИ У БОЛЬНЫХ ОСТЕОХОНДРОЗОМ

Чурина Ю.С., Олейник А.А.

Томский политехнический университет,
churina0889@sibmail.com

В современной медицине часто используются математические методы для решения различных задач.

В частности, разработка критериев оценки является одним из приоритетных целей для оценки функциональных систем человеческого организма.

Целью также является разработка методологических подходов по созданию критериев оценки эффективности.

Разработка этих критериев позволяет разрабатывать индивидуальные методы лечения, с учетом исходного состояния функциональных систем пациента. И за счет индивидуального подхода получить максимальный эффект при лечении пациента.

В данной работе объектом исследования являются группа людей в возрасте от 20 до 40 лет с заболеванием остеохондроз.

Показателями, измеряемыми на данной группе людей, являются данные, полученные с помощью лазерного анализатора микроциркуляции крови «ЛАКК – 02».

Состояние этих показателей оценивалось до и после лечения.

Данные представляются в форме таблицы, в которой приведены все показатели, снимающиеся в результате диагностики организма. Для того чтобы выявить эффективность лечения не обязательно использовать все эти показатели.

Достаточно определить информативные показатели, т.е. такие показатели которые вносят наибольший вклад и дают больше информации о состоянии организма.

Основной задачей является определение различий между значениями лабораторных показателей (информативных) группы с заболеванием остеохондроз до и после лечения. Для решения данной задачи использовались методы математической статистики.

Из литературных источников известно, что можно использовать параметрические и непараметрические методы.

Параметрические методы представляют собой статистические процедуры, которые требуют полностью определенной модели. К параметрическим методам, например, относится критерий Стьюдента.

Наиболее часто этот критерий применяют для проверки равенства средних значений в двух выборках (в данном случае под выборкой нужно

понимать набор данных для каждого показателя определенных до и после лечения).

Непараметрические методы представляют собой такие статистические процедуры проверки гипотез, которые не требуют нормального распределения данных, поскольку эти методы основаны на частотах или рангах, а не на реальных числовых значениях.

Многие непараметрические методы работают с порядковыми данными так же хорошо, как и с количественными.

К непараметрическим методам можно отнести критерий Уилкоксона-Манна-Уитни. Этот критерий используется для оценки различий между двумя выборками по признаку, измеренному в количественной шкале. Критерий является ранговым, поэтому он инвариантен по отношению к любому монотонному преобразованию шкалы измерения. Использование непараметрических методов предполагает, что обе выборки являются простыми, объединенная выборка независима. Также они взяты из неизвестных непрерывных распределений.

Любой непараметрический метод предполагает, что есть две случайные выборки из двух генеральных совокупностей и требуется проверить, одинаково ли распределены эти генеральные совокупности.

Для выполнения теста необходимо, во-первых, объединить данные двух выборок и вычислить общие ранги значений в полученном наборе данных.

Если значения в одной выборке систематически меньше значений другой выборки, то и ранги этих значений будут соответственно меньше. Сравнивая ранги значений одной выборки с рангами значений другой, можно выяснить, различаются ли они систематически или просто случайно.

Существует несколько способов ответить на этот вопрос, однако проще работать со средним рангом двух выборок.

Этот критерий алгебраически эквивалентен другим (критериям Вилкоксона и Уилкоксона-Манна-Уитни, так как дают один и тот же результат) и ясно показывает, что, несмотря на то, что в непараметрических методах оперируют с рангами, а не значениями данных, здесь используются те же основные идеи статистики.

На первом этапе необходимо выдвинуть гипотезы. Пусть нулевая гипотеза утверждает, что две выборки были извлечены из генеральных совокупностей с одинаковым распределением – H_0 .

Альтернативная гипотеза утверждает, что соответствующие генеральные совокупности имеют разное распределение – H_1 .

Для того чтобы применять тест для двух независимых выборок, необходимо выполнение следующих допущений:

1. Каждая выборка является случайной выборкой из соответствующей генеральной совокупности

2. Из каждой генеральной совокупности выбрано больше 10 элементов, т.е. $n_1 > 10$ и $n_2 > 10$.

Алгоритм применения метода:

➤ Объединить данные обеих выборок вместе и упорядочить их (т.е. расположить значения в порядке возрастания) для получения общих рангов (т.е. рангов значений в объединенном наборе). Если есть одинаковые значения, то им присваивается одинаковый ранг, равный среднему значению рангов этих значений, чтобы одинаковые значения имели одинаковые ранги.

➤ Найти среднее значение всех рангов для каждой выборки, R_1 и R_2 .

➤ Определить разность между этими средними, $R_1 - R_2$.

➤ Вычислить стандартную ошибку для разности средних значений рангов:

$$E = (n_1 + n_2) \sqrt{\frac{n_1 + n_2 + 1}{12n_1n_2}}$$

➤ Вычислить значение тест – статистики, разделив разность средних на значение стандартной ошибки :

$$S = \frac{R_2 - R_1}{(n_1 + n_2) \sqrt{\frac{n_1 + n_2 + 1}{12n_1n_2}}}$$

➤ Если значение тест – статистики превышает 1,960 (что соответствует 95% вероятности или 0,05 уровню значимости), то две выборки значимо различаются. Если значение тест – статистики меньше 1,960 то две выборки не имеют значимых различий. Для уровня значимости 1% вместо 1,960 используют значение 2,576.

В результате проделанной работы были исследованы данные, предоставленные в результате обследования медицинским аппаратом «ЛАКК-02». Был разработан критерий для оценки эффективности лечения с использованием непараметрического метода анализа данных.

Оценка эффективности информативных показателей после применения данного метода дала неожиданный результат. По результатам можно судить о том, что лечение не дало нужного эффекта.

Однако, после более детального просмотра поставленной задачи выяснилось что задача была поставлена не корректно.

Тем не менее, данный метод имеет право на существование и будет далее разрабатываться и использоваться в дальнейшем для анализа данных.

Литература

1. Астафьева Н.М. Вейвлет-анализ: основы теории и примеры применения //УФН. - 1996. - Т.166. - № 11. - С. 1145-1170.
2. Данные предоставленные НИИ курортологией г.Томска
3. А. Хальд. Математическая статистика с техническими приложениями // Москва:Иностранная литература 1956 г. – С. 664.
4. Эндрю Ф. Сигел. Практическая бизнес статистика // М. Санкт – Петербург, Киев. 2002 г. С. 885 – 1051.

ФОРМИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ В МНОГОЗОННОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ УСТАНОВКЕ

Шуваева Ю.В., Бабушкин Ю.В., Филиппов М.М.
Томский политехнический университет
yushuvaeva@gmail.com

При выращивании кристаллов по методу Бриджмена используются многозонные термические установки (Рис. 1а), одной из задач которых является формирование и поддержание желаемого температурного поля в рабочем объеме (Рис. 1б).

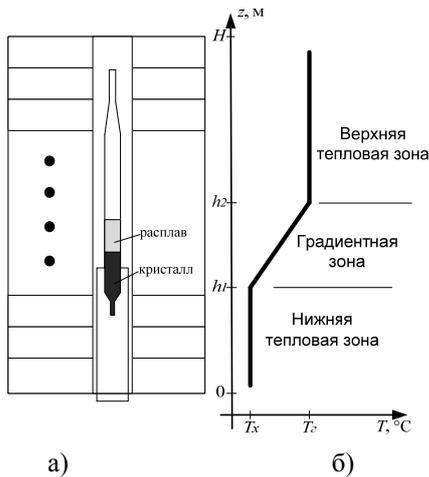


Рис. 1. Структура многозонной термической установки (а) и желаемое осевое распределение температуры (б)

Основными составными частями термической установки являются нагревательные модули специальной конструкции [1]. Каждый модуль имеет резистивный нагревательный элемент (R) и датчик температуры. В соответствии с функциональным назначением установку можно разделить на три тепловые зоны (Рис. 1б). В исходном положении ампула с рабочим веществом в расплавленном состоянии находится в верхней тепловой зоне. В процессе выращивания ампула перемещается в нижнюю тепловую зону и, проходя через точку плавления (градиентная зона), образуется кристалл. Желаемое осевое распределение температуры в рабочем объеме установки может быть аппроксимировано выражением вида

$$T(z) = \begin{cases} T_2 & h_2 < z \leq H \\ T_x + \frac{dT}{dz}(z - h_1), & h_1 < z \leq h_2 \\ T_x & 0 \leq z < h_1 \end{cases}$$

где T_x , T_2 – температуры нижней и верхней тепловых зон соответственно; dT/dz – требуемый наклон градиента температуры; h_1 , h_2 – начальная и конечная координаты градиентной зоны; H – высота установки.

Для формирования и поддержания желаемого температурного поля используется система автоматического регулирования, оснащенная N ПИД-регуляторами (N – число нагревательных модулей). Каждый ПИД-регулятор поддерживает

на необходимом уровне температуру соответствующего модуля.

В процессе выращивания кристалла за счет движения ампулы с рабочим веществом и неидеальности теплофизических свойств изоляции существует взаимное влияние нагревательных модулей, что приводит к снижению точности регулирования. Для исключения этого фактора можно воспользоваться методами оптимального управления распределенными системами [2], что является в данном случае довольно трудоемкой задачей.

В работе [3] описан способ построения системы регулирования, позволяющий без существенных затрат на ряде объектов повысить точность регулирования распределения температуры. Суть этого способа заключается в следующем. Желаемое распределение температуры представляется в виде суммы средних температур нагревательных модулей и приращений температур между ними

$$T_i = T_{cp} + \Delta T_i,$$

где $T_{cp} = (1/N) \sum_{i=1}^n T_i$ – средняя температура; ΔT_i – величина градиента температуры в i -ом элементе.

Первый регулятор настраивается на поддержание средней температуры во всех модулях зоны. Остальные регуляторы поддерживают заданные градиенты в модулях зоны. За счет такой организации процесса регулирования авторы пытаются снизить взаимное влияние нагревательных модулей.

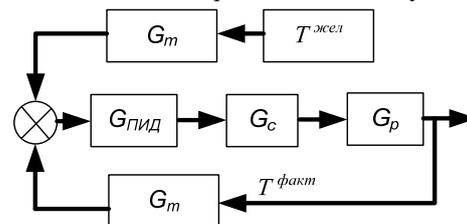


Рис. 2. Структурная схема системы регулирования

Структурная схема системы регулирования, реализующая описанный подход для одной из зон, представлена на рис. 2.

Блок G_m реализует преобразование желаемого и фактического распределения температур зоны в векторы

$$T^{жел} = (T_{cp}^{жел}, \Delta T_1^{жел}, \dots, \Delta T_{n-1}^{жел})^T$$

$$T^{факт} = (T_{cp}^{факт}, \Delta T_1^{факт}, \dots, \Delta T_{n-1}^{факт})^T$$

и в простейшем случае имеет вид

$$G_m = \begin{pmatrix} \frac{1}{N} & \frac{1}{N} & \frac{1}{N} & \dots & \frac{1}{N} \\ 1 & -1 & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & -1 \end{pmatrix}.$$

Блок $G_{ПДД}$ реализует ПИД законы управления

$$G_{ПДД} = k_p (1 + 1/(T_i s) + T_d s),$$

где k_p , T_i , T_d – коэффициенты пропорциональной, интегральной и дифференциальной составляющей ошибки регулирования. Для их определения могут быть использованы методы, основанные на использовании частотных [4] или временных характеристик.

Блок G_p характеризует объект регулирования и в общем случае имеет вид

$$G_p = \begin{pmatrix} G_{p11} & G_{p12} & \dots & G_{p1n} \\ G_{p21} & G_{p22} & \dots & G_{p2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ G_{pn1} & G_{pn2} & \dots & G_{pnn} \end{pmatrix},$$

где $G_{p_{ij}}$ ($i \neq j$) – учитывают взаимное влияние элементов объекта управления.

Блок G_c предназначен для компенсации взаимного влияния в объекте регулирования. Согласно [3], блок G_c должен реализовать выражение $G_c = (G_m G_p)^{-1}$.

Проверка предложенного в [3] подхода к рассматриваемому объекту проводится на физической (Рис. 3) и математической модели объекта, описанной в [5].

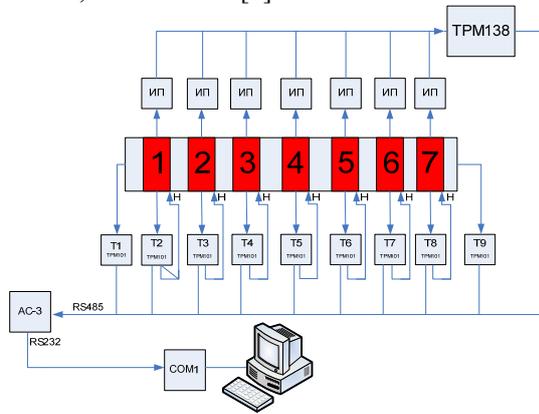


Рис. 3. Функциональная схема системы управления температурным полем стержня

В качестве математического описания объекта исследования используется конечно-разностная аппроксимация уравнения теплопроводности длинного стержня вида [5]

$$\begin{cases} \frac{dT_1}{dt} = \frac{\lambda}{c\rho h^2} \cdot T_2 - \left(\frac{2 \cdot \lambda \cdot \alpha_r \cdot \beta}{c\rho h} + \frac{\lambda}{c\rho h^2} + \frac{2 \cdot \alpha_\delta}{c\rho r \cdot \cos(\pi/6)} \right) T_1 + \left(\frac{2 \cdot \lambda \cdot \alpha_r \cdot \beta}{c\rho h} + \frac{2 \cdot \alpha_\delta}{c\rho r \cdot \cos(\pi/6)} \right) T_{oc} + \frac{J_1^2 \cdot R_1}{c\rho V_1} \cdot U_1; \\ \frac{dT_i}{dt} = \frac{\lambda}{c\rho h^2} \cdot T_{i+1} - 2 \cdot \left(\frac{\lambda}{c\rho h^2} + \frac{\alpha_\delta}{c\rho r \cdot \cos(\pi/6)} \right) \cdot T_i + \frac{\lambda}{c\rho h^2} \cdot T_{i-1} + \frac{J_i^2 \cdot R_i}{c\rho V_i} \cdot U_i + \frac{2 \cdot \alpha_\delta}{c\rho r \cdot \cos(\pi/6)} T_{oc}, \quad i = \overline{2 \dots N-1}; \\ \frac{dT_N}{dt} = \frac{\lambda}{c\rho h^2} \cdot T_{N-1} - \left(\frac{2 \cdot \lambda \cdot \alpha_r \cdot \beta}{c\rho h} + \frac{\lambda}{c\rho h^2} + \frac{2 \cdot \alpha_\delta}{c\rho r \cdot \cos(\pi/6)} \right) T_N + \left(\frac{2 \cdot \lambda \cdot \alpha_r \cdot \beta}{c\rho h} + \frac{2 \cdot \alpha_\delta}{c\rho r \cdot \cos(\pi/6)} \right) T_{oc} + \frac{J_N^2 \cdot R_N}{c\rho V_N} \cdot U_N. \end{cases}$$

где λ – коэффициент теплопроводности материала; α_δ , α_r – коэффициенты теплоотдачи с боковой и с торцевой поверхности; T_i – температура стержня в i -й точке; ρ – плотность материала; h – расстояние между участками; R_i , J_i – сопротивление и сила тока нагревателя i -го участка; V_i – объем i -го участка; U_i – управляющее воздействие с i -го контроллера; $\beta = 1/(2\lambda + \alpha_r h)$; c – удельная теплоемкость.

Литература

1. Филиппов М.М., Бабушкин Ю.В., Гинсар В.Е. Моделирование температурных режимов нагревательного модуля многозонной планарной печи // Современная техника и технологии: Труды XV международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск: Изд. ТПУ. 2009. – Т.2. – С. 315–316.
2. Рапопорт Э.Я. Оптимальное управление системами с распределенными параметрами. – М.: Высш. шк., 2009. – 677 с.
3. United States Patent Office 2003/0121905A1. Controller, temperature regulator and heat treatment apparatus. Ikuo Nanno, Kousaku Ando, Masahito Tanaka. Filed Apr. 13, 2001, Ser.No.10/257,247. Patented Dec. Jul. 3, 2003.
4. Электрооборудование и автоматика электротермических установок: Справочник / Под ред. А.П.Альтгаузена. – М.: Энергия, 1978 – 304 с.
5. Балясин М.А. Разработка программного обеспечения управления температурным полем длинного стержня // Современная техника и технологии: Труды XV международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск: Изд. ТПУ. 2009. – Т.2. – С. 166–168.

ПОСТРОЕНИЕ КЛЕТОЧНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ДВУМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ДИНАМИКИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ РАСТИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ

Смаль П.А., Николаев С.В.

Новосибирский государственный университет
pasha.smal@gmail.com

Биология развития является областью науки, интегрирующей практически все разделы современной биологии – от молекулярной биологии клетки, включая молекулярную генетику, до физиологии, анатомии и морфологии. Поэтому в настоящее время большое значение имеет системный подход к изучению разных аспектов биологии развития (например [1], [2]), и, в частности, использование математических моделей как одного из основных методов системного подхода.

Данная работа являлась частью проекта по разработке программной системы для моделирования динамики пространственной структуры растительной ткани с учетом влияния механических и диффузионных процессов на рост и дифференцировку клеток. Целью являлось создание программного инструмента, облегчающего построение такого рода моделей, включающих блоки моделирования множества разных процессов: биологических, химических и механических. А именно, автоматизация спецификации областей и граничных условий для моделей этих процессов.

Модель ткани представляет собой область на плоскости, разделенную на клетки. В клетках происходят биологические реакции, и между клетками может происходить диффузия некоторых веществ. Эти процессы описываются моделью в виде системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Для моделирования роста и деления клеток считаем, что каждая клетка представляет собой многоугольник, у которого все вершины соединены внутренними ребрами с центром масс клетки, и все ребра являются упругими тонкими стержнями: рассматриваемый клеточный ансамбль представляет собой плоскую ферму. Механические деформации клеточного пласта рассчитываются по заданным в узлах фермы напряжениям методом конечных элементов, как деформации соответствующей ему фермы (рис. 1).

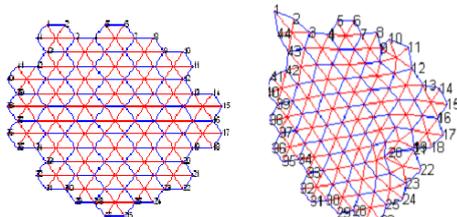


Рис. 1. Деформация клеточного ансамбля

Заметим, что с точки зрения диффузии внешние ребра (стенки) характеризуются определенными сопротивлениями, а внутренние – прозрачные

Моделирование процессов реакция-диффузия
Следуя работе [2], рассмотрим клеточную ткань как двумерный массив из n клеток. Клетки с номерами i и j разделены межклеточными границами площади S_{ij} , через которые может происходить перенос веществ $\{Sub_1, \dots, Sub_m\}$, и объем i -ой клетки равен V_i . Каждое вещество Sub_k характеризуется клеточной проницаемостью β_k , скоростью распада d_k , максимальной скоростью синтеза равной $1/\tau_k$. Пусть концентрация вещества Sub_k в i -ой клетке равна $p_i^{(k)}$, тогда предлагаемая модель процесса формализуется в системы дифференциальных уравнений следующего вида

$$\frac{dp_i^{(k)}}{dt} = \sum_{j \in \mathcal{N}(i)} \frac{\beta_k \cdot S_{ij} \cdot (p_j^{(k)} - p_i^{(k)})}{V_i} - d_k \cdot p_i^{(k)} + \frac{1}{\tau_k} I_i^{(k)} \cdot g(x_i^{(k)})$$

$$\text{где } g(x^k) = \begin{cases} 0, & x^k \rightarrow -\infty \\ 1, & x^k \rightarrow +\infty \end{cases}, \quad x_i^{(k)} = \sum_j T_{kj} p_j^{(k)} + h_k$$

Здесь $I_i^{(k)} = 1$, если в i -ой клетке разрешен синтез k -ого вещества, и $I_i^{(k)} = 0$ в противном случае, а $T_{k,j}$ – коэффициенты чувствительности регуляции, которые больше нуля, если вещество j стимулирует синтез вещества k , и меньше нуля – если угнетает; параметры h_k , определяют пороговые значения функции $g(x_i^{(k)})$. Таким образом, $x_i^{(k)}$ – безразмерная управляющая переменная функции зависимости скорости синтеза вещества k от концентраций других веществ, присутствующих в клетке.

Для описания скоростей экспрессии (синтеза) в предлагаемой модели в качестве $g(x)$ используется сигмоидная функция:

$$g(x) = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{x}{\sqrt{1+x^2}} \right)$$

После того как была решена задача идентификации параметров этой модели ([3]), модель была исследована, и результаты компьютерных экспериментов показали хорошее соответствие с биологическими данными (рис.2).

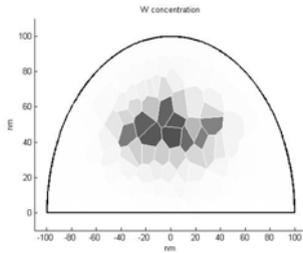


Рис. 2. Распределение вещества W по клеточному ансамблю (из [2]).

В нашей модели деление клеток рассматривается как дискретный процесс, время за которое он происходит несущественно для анализа системы, и этот процесс нельзя описать в рамках непрерывной модели. В связи с этим возникла задача построения гибридной модели, учитывающей как механические взаимодействия и распределение морфогенов, с одной стороны, так и рост и деление клеток – с другой. Для решения этой задачи строится дискретно-непрерывная модель, объединяющая непрерывные модели реакции-диффузии и механических деформаций и дискретную часть, моделирующую деление клеток.

С точки зрения вычислительной реализации модели при делении клеток происходит соответствующее переписывание системы дифференциальных уравнений непрерывной части модели. В качестве основы дискретно-непрерывной системы был выбран формализм L-систем. Этот выбор основан на том, что L-системы, как системы с параллельным переписыванием, очень хорошо подходят для моделирования биологических явлений. С использованием гибридных L-систем удалось описать моделируемую двумерную клеточную структуру строкой модулей так, что правила переписывания L-системы, имеют достаточно естественный вид, соответствующий правилам деления клеток.

На каждом шаге переписывания в соответствии с ранее рассмотренными моделями рассчитываются установившиеся распределения веществ и механические деформации. В зависимости от их значений применяются правила переписывания, описывающие изменения структуры клеточного ансамбля

Подсистема для построения моделей позволяет строить произвольный клеточный ансамбль сложной геометрии и специфицировать параметры для механических и химико-кинетических процессов в нем. Пользователю предоставляется возможность интерактивно построить границу клеточного ансамбля, заданную как набор кривых Безье, создавая и перемещая управляющие точки с помощью мыши. Заданная границей внутренняя область

разбивается на многоугольники, моделирующие клеточную структуру. Для этого используется разбиение Вороного, причем пользователь может с помощью параметров разбиения, управлять размерами клеток, их связностью в ансамбле и ориентацией относительно границы области. В результате строится геометрическая структура, «биологически правдоподобно» моделирующая двумерную растительную ткань. В заданной области можно задавать разбиения на подобласти (возможно разные для разных процессов) и назначать начальные и граничные условия, а также задавать распределения по клеточному ансамблю параметров моделей процессов. Для такой спецификации моделей пользователь может выбирать любые элементы границ и относительно них задавать распределения всех параметров.

Заключение

При моделировании динамики пространственной структуры растительной ткани трудоемкой стадией является спецификация большого количества областей и границ со сложной геометрией для множества моделей рассматриваемых одновременно процессов. В данной работе для автоматизации этой стадии использовалась следующая особенность, характерная для моделей такого вида: распределение всех параметров по клеточному ансамблю связано с удаленностью от границы, либо от какой-то её выделенной части. В связи с этим задача спецификации моделей была решена следующим образом: пользователь может выбирать любые элементы границы и относительно них задавать распределения всех параметров. Однако для большей универсальности процедуры спецификации изучается возможность задавать более сложные распределения, например, задавать поверхность распределения как функцию двух аргументов, используя для визуализации аппарат поверхностей Безье.

Литература

1. С.В. Николаев, Н.А. Колчанов, С.И. Фадеев, В.В. Когай, Э. Мйолснесс, Исследование одномерной модели регуляции размеров возобновительной зоны в биологической ткани. //Вычислительные технологии, том 11, № 2, 2006, с.67-81.
2. С.В. Николаев, А.В. Пененко, В.В. Лавреха, Э. Мйолснесс, Н.А. Колчанов Модельное изучение роли белков CLV1, CLV2, CLV3 и WUS в регуляции структуры апикальной меристемы побега. //Онтогенез, том 38, №6, 2007, с.1-6.
3. П. А. Смаль. Идентификация параметров модели регуляции структуры апикальной меристемы побега //XLVI Международная Научно-студенческая конференция, 2008

ОЦЕНКА РЕЙТИНГА СТУДЕНТОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Сентякова А.В.

Ижевский государственный технический университет
anna.sent@gmail.com

В настоящее время в ИжГТУ принята кредитно-рейтинговая система контроля успеваемости студентов, позволяющая получать наиболее объективную оценку знаний студентов, повышающая ответственность в обучении и мотивацию студентов к регулярной самостоятельной работе [1]. Согласно этой системе студент может получить не более 35 баллов за первую аттестацию, не более 35 баллов за вторую аттестацию и не более 20 баллов за самостоятельную работу. Было принято решение назначать баллы за самостоятельную работу по результатам занятий студентов с дистанционной тестирующей системой (ДТС) по программированию, разработанной на кафедре АСОИУ. Воспользуемся рейтинговой оценкой. Пусть задача оценивается так: чем больше студентов решили задачу, тем меньше баллов она стоит, и наоборот. Студент, заработавший максимальное количество баллов при такой оценке, получает максимально возможное количество баллов. Такой подход поощряет старательных студентов. Ситуация, когда студенты решают одинаковое количество задач, исключена. Количество задач и студентов достаточно, чтобы дать нормальное распределение оценок. Если задачу никто не решил, то она не оценивается, так как вполне возможно, что для решения не хватило академического времени (то есть в дальнейшем для таких задач принимается оценка равная нулю). Таким образом, для каждой задачи известно количество решивших ее студентов, необходимо дать балльную оценку каждой задаче и посчитать количество баллов, заработанных каждым студентом.

Математическая постановка задачи

Входные данные:

матрица $A = (a_{ij})$, $i=1, \dots, n$, $j=1, \dots, m$, n – количество студентов, m – количество задач; $a_{ij} = 1$, если задача решена, иначе $a_{ij} = 0$;

M – максимальное количество баллов за решение всех задач, $M=20$.

Выходные данные:

вектор $B = (b_i)$, $i=1, \dots, m$, b_i – оценка задачи в баллах;

вектор $C = (c_i)$, $i=1, \dots, n$, c_i – количество баллов, заработанных студентом.

Описание алгоритма

Утверждение «чем больше студентов решили задачу, тем меньше ее стоимость, и наоборот» соответствует монотонно убывающей функции $f(x)$, заданной на множестве положительных значений x , где x – количество решений задачи, а $f(x)$ – количество баллов за задачу, решенную x

раз. В качестве такой функции можно рассматривать:

- нелинейные убывающие функции:

- функции, имеющие «выпуклые» графики (рис. 1), например, $f(x) = \frac{k}{x}, k > 0$,

$$f(x) = \frac{k}{x^2}, k > 0 \text{ и т. д.};$$

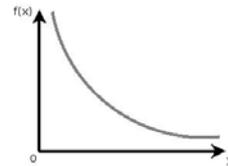


Рис. 1. Нелинейная выпуклая вниз функция

- функции, имеющие «выпуклые» графики (рис. 2), например, $f(x) = k \cdot \sqrt{k_1 - x}, k_1 > n$ (при количестве решений задачи, равном количеству студентов, задача оценивается минимальным количеством баллов);

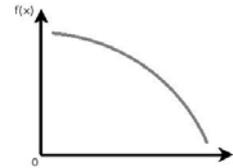


Рис. 2. Нелинейная выпуклая вверх функция

- линейные убывающие функции вида

$$f(x) = b - ax, b > 0, a > 0, \frac{b}{a} > n \text{ (максимально}$$

возможное количество решений задачи равно количеству студентов, в таком случае задача оценивается минимально возможным количеством баллов).

Для определения количества баллов за задачу необходимо выбрать убывающую функцию и найти ее параметры. Опишем пошаговый алгоритм решения поставленной задачи.

Начало алгоритма.

Шаг 1. Находим количество баллов студента, для которого стоимость решенных им задач

$$\text{максимальна: } V = \max_{i=1, n} \left[\sum_{j=1}^m (a_{ij} \cdot f(\sum_{k=1}^n a_{kj})) \right]. \quad (1)$$

Шаг 2. Студент, решивший максимальное количество задач, должен получить максимум баллов M , поэтому можем составить уравнение:

$$V = M. \quad (2)$$

Значение V зависит от выбранной функции f и ее параметров.

Шаг 3. По найденным параметрам функции f вычисляем количество баллов, назначаемое за

решение каждой задачи: $\forall_{i=1}^m b_i = f(\sum_{j=1}^n a_{ji})$.

Шаг 4. Вычисляем баллы, полученные каждым студентом: $\forall_{i=1}^n c_i = \sum_{j=1}^m (a_{ij} \cdot b_j)$.

Конец алгоритма.

Рассмотрим более подробно второй шаг алгоритма для различных функций f . Исследуем нелинейную зависимость $f(x) = \frac{k}{x}$ и подберем подходящий коэффициент k . Подставим (1) в (2) и выразим k : $k = \frac{M}{\max_{i=1..n} [\sum_{j=1}^m \frac{a_{ij}}{\sum_{k=1}^n a_{kj}}]}$.

Аналогично рассмотрим «выпуклую» функции $f(x) = k \cdot \sqrt{k_1 - x}, k_1 > n$. Для определенности примем $k_1 = n + 1$. В этом случае на основе (1) и (2) можем записать: $k = \frac{M}{\max_{i=1..n} [\sum_{j=1}^m (a_{ij} \cdot k \cdot \sqrt{n + 1 - \sum_{k=1}^n a_{kj}})]}$.

Алгоритм расчета можно оптимизировать, если посчитать заранее количество решений для каждой задачи: $\forall_{i=1}^m b_i = \sum_{j=1}^n a_{ji}$. Запишем

окончательную версию алгоритма на псевдокоде:

1. Начало
2. Для всех $i=1..m$ выполнить
3. $b_i=0$
4. Для всех $j=1..n$ выполнить $b_i=b_i+a_{ji}$
5. $k=0$
6. Для всех $i=1..n$ выполнить
7. $tmp = 0$
8. Для всех $j=1..m$ выполнить $b_j > 0 \Rightarrow tmp = tmp + f(a_{ij}, b_j)$
9. $tmp > k \Rightarrow k = tmp$
10. $k = M/k$
11. Для всех $i=1..m$ выполнить $b_i > 0 \Rightarrow b_i = f(k, b_i)$; иначе $b_i = 0$
12. Для всех $i=1..n$ выполнить
13. $c_i = 0$
14. Для всех $j=1..m$ выполнить $c_i = c_i + a_{ij} * b_j$
15. Конец

В строках 8 и 11 используется вызов некоторой функции с определенным набором параметров и значением аргумента. Для первой зависимости эта функция имеет вид $f(k, x) = \frac{k}{x}$, для второй зависимости – $f(k, x) = k \cdot \sqrt{n + 1 - x}$.

Данный алгоритм используется в ДТС кафедры АСОИУ. Система строит отчет в виде таблицы, в которой сводятся итоги работы студентов, а также графики распределения баллов. Оценка может производиться с помощью двух видов

зависимостей – «вогнутой» и «выпуклой». На рис. 3, 4 представлены графики распределения баллов, полученные для рассмотренных зависимостей. По оси абсцисс откладывается количество баллов, а по оси ординат – количество студентов, заработавших определенный балл.

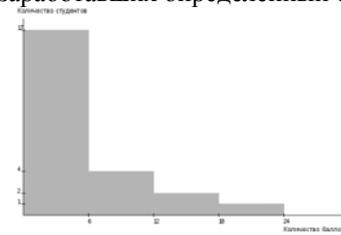


Рис. 3. Распределение баллов для выпуклой вниз функции

Как видно из рисунка, большая часть студентов получила низкий балл при оценке с помощью «вогнутой» зависимости.

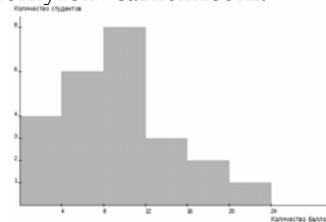


Рис. 4. Распределение баллов для выпуклой вверх функции

При оценке с помощью «выпуклой» зависимости имеем распределение, близкое к нормальному. Первая рассмотренная зависимость («вогнутая») дает более строгую оценку и подходит для поощрения студентов за решение сложных задач, повышения конкурентной борьбы студентов, проведения контрольных работ и конкурсов. Высокую оценку получают студенты, решающие более сложные задачи. Вторая рассмотренная зависимость («выпуклая») дает более «мягкую» оценку и подходит для поощрения студентов за постоянную работу на практических занятиях, решение как можно большего количества простых задач, что дает высокий балл. В целом, можно заключить, что любая оценка является субъективной и определяется преподавателем, исходя из того, что он хочет получить – более строгую оценку или распределение оценок, близкое к нормальному.

Литература

1. Временное положение о кредитно-рейтинговой системе контроля успеваемости студентов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.istu.ru/files/material-static/203/files/BRS.doc>, свободный.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ НАДЕЖНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОСНОВНОЙ ИНФОРМАЦИИ ИЗ СЕМАНТИЧЕСКИ СОГЛАСОВАННЫХ ТЕКСТОВ ОТ ИЗБЫТОЧНОСТИ ИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ

Скорин А.В., Флоренсов А.Н.
Омский государственный технический университет
skoropups@mail.ru

Исследуются корреляции надежности обработки текстов с надежностью формирования предварительных текстовых представлений, обусловленной надежностью наращивания избыточности основной информации семантически согласованных текстов при помощи операторных структур. Знания, накопленные человечеством за многие тысячелетия своего существования, – огромны. По мере развития человечества увеличивалось и количество научного материала, накопленного им, и ученым становилось все труднее обобщать его. Со временем многие знания устаревают и утрачивают свою актуальность, в то время как другие, забытые ранее, возможно стоит вновь применить. В итоге возникает путаница, вследствие чего некоторые знания, которые могли бы пригодиться человечеству на сегодняшний день, забыты или лежат в хранилищах, в то время как на «виду» есть материалы, имеющие минимальную ценность. Для решения этой проблемы требуются колоссальные затраты как человеческого труда, так и машинного, однако есть возможность облегчить доступ ко всему многообразию материалов для отдельного индивида или группы людей.

Потребность отдельно взятого человека или группы людей чаще всего ограничена небольшой областью знаний и принимает форму одного или нескольких вопросов, но даже если сократить интерес до определенной области знаний, объем материалов, которые необходимо изучить, остается слишком большим. Зачастую в современной жизни принимать решения нужно оперативно, не имея возможности досконально изучить как вставшую перед нами проблему, так и существующие методы решений. В такой ситуации, когда стоимость промедления с принятием решения так же велика, как и стоимость ошибочного решения, возникает потребность в системе, позволяющей быстро и точно находить ответы на встающие перед пользователем вопросы. Методы решения подобных задач должны сочетать в себе как скорость, так и надежность обработки информации. В данной работе проводятся исследования возможности повышения надежности получаемых ответов за счет увеличения надежности формирования избыточности при анализе представлений текстов, построенных с помощью инструментов операторных структур текстов [1].

В качестве исходных данных для системы используется представление текста.

Представление текста - формат записи информации, содержащейся в тексте. Представление текста может содержать аналогичную, избыточную или частичную информацию о представляемом тексте. В простейшем случае представление текста будет иметь следующий вид (Таблица 1).

Таблица 1. Общий вид представления текста

Номер элементарного процесса	1			k-1			k		
Атрибуты элементарного процесса	A ₁	...	A _n	A ₁	...	A _n	A ₁	...	A _n

где n – количество атрибутов операторной структуры, иначе – степень детализации ЭП

Весь текст разбивается на элементарные процессы (ЭП) и сохраняется согласно выбранной структуре представления. Получение информации из такого представления осуществляется путем установления соответствия между атрибутами элементарного процесса и словарем. В случае, если представление текста будет задано в общем виде, то любой сбой при установлении соответствия между атрибутами и словарем будет приводить к отказу всей системы.

По аналогии с определениями из [2] сбоем системы будет считаться невозможность установления однозначной зависимости между атрибутом операторной структуры и элементом словаря, которая может быть вызвана либо повреждением элемента связки атрибута со словарем, либо повреждением самого словаря. Отказом системы будем считать невозможность восстановления связи атрибута операторной структуры с одной из ячеек словаря. Восстановление после сбоев в данной системе возможно благодаря избыточности, содержащейся в дополнительных уровнях текстовых представлений (Таблица 2). Аппаратно-программные средства восстановления будем называть восстанавливающей системой.

Таблица 2. Пример дополнительного слоя в текстовом представлении

Номер элементарного процесса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Привязка атрибута	Значение1			Значение2			Значение3			Значение2		

В большинстве случаев соседние элементарные процессы будут иметь ряд общих значений для некоторых аргументов, именно за счет этого и возможно восстановление потерянной связи между атрибутом и словарем. Также, используя дополнительные слои, можно осуществлять поиск и комбинирование ЭП по

значениям различных атрибутов для повышения эффективности коррекции ошибок или с целью восстановления лишь части информации, но в данной статье подобное их применение рассматриваться не будет.

Приведенные ниже формулы описывают влияние вероятности возникновения сбоев в любом из атрибутов операторной структуры на вероятность возникновения отказа системы, не учитывая вероятности возникновения сбоев в восстанавливающей системе.

Введем обозначения: $P_{сбоя}$ – вероятность сбоя (потеря связи одного из атрибутов операторной структуры со словарем); $P_{отказа}$ – вероятность отказа (отсутствие возможности восстановления связи между атрибутом операторной структуры со словарем); P_r – вероятность ошибочного заполнения атрибута операторной структуры; $P_{пов}$ – вероятность повреждения атрибута в процессе хранения или передачи данных; $P_{вост}$ – вероятность восстановления связи между атрибутом и словарем; k – количество элементарных процессов в выборке (k принадлежит N); m – количество различных значений атрибута (m принадлежит N , $m \leq k$); D – количество слоев, участвующих в восстановлении атрибута.

Известно, что:

$$P_{отказа} = P_{сбоя} * (1 - P_{вост}) \quad (1)$$

Отказ системы происходит в случае возникновения сбоя с невозможностью его последующего восстановления.

$$P_{сбоя} = P_r * (1 - P_{пов}) + P_{пов} * (1 - P_r) + P_{пов} * P_r \quad (2)$$

Сбой системы возникает либо в случае возникновения ошибки при заполнении атрибутов операторной структуры, либо вследствие их повреждения в ходе хранения или передачи данных, либо в случае одновременного возникновения этих двух событий.

Согласно формулам расчета вероятности наступления событий [3]:

$$P_{вос} = \sum_{i=3}^{i=k-m+1} \left[\prod_{j=1}^{j=i} \left(\frac{k-m-j}{k-j} \right) \times \left(\frac{m}{k-i} \right) \times \left(\frac{i-2}{i} \right) \right] \quad (3)$$

Формула (3) приведена для коэффициента доверия, равного 2, то есть для восстановления значения атрибута необходимо, чтобы как минимум два соседних элемента имели то же значение. Возможны изменения данного коэффициента, в случае его уменьшения вероятность восстановления возрастает, однако точность восстановленной информации будет

падать, а в случае увеличения значения этого коэффициента вероятность коррекции снизится, однако ее достоверность существенно возрастет.

$$P_{вос} = \sum_{i=1}^{i=D} \left(P_{вос} i * \left(\prod_{j=1}^{j=i-1} (1 - P_{вос} j) \right) \left(\prod_{l=1}^{l=i} 1 \right) \right) \quad (4)$$

Из (4) видно, что для повышения вероятности восстановления поврежденной связи между атрибутом и словарем следует увеличивать количество слоев, участвующих в восстановлении данного атрибута, однако вследствие особенностей естественных языков данный способ повышения эффективности восстановления имеет ряд очевидных ограничений. Экспериментально установлено, что на практике для большинства естественных языков можно выделить не больше пяти дополнительных слоев для восстановления каждого из аргументов.

Из (2) и (3) видно, что вероятность возникновения сбоя в системе и вероятность успешной коррекции возникшего сбоя не связаны между собой, следовательно, можно выделить два основных направления повышения качества работы системы:

1. Уменьшение вероятности возникновения сбоя
 - увеличение надежности элементов хранения данных.
 - увеличение надежности процесса формирования ЭП.
2. Повышение вероятности восстановления после сбоя
 - увеличение количества слоев, участвующих в восстановлении связей.
 - повышение эффективности алгоритма формирования вспомогательных слоев.

Последнее следует из формулы (3), поскольку вероятность восстановления в каждом слое тем больше, чем меньше количество различных значений атрибута.

Литература

1. Флоренсов А. Н. Динамические аспекты информационной компоненты сложных систем: Монография. – Омск: ОмГТУ, 2007
2. Половко А. М., Гуров С. В. Основы теории надёжности. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 704 с.
- Вентцель Е. С. Теория вероятностей. — М.: Наука, 1969. — 576 с.

КОЛЛЕКТИВ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИХ РЕГРЕССИЙ, ОСНОВАННЫЙ НА ДЕКОМПОЗИЦИИ ОБУЧАЮЩЕЙ ВЫБОРКИ ПО ЕЕ ОБЪЕМУ

Варочкин С.С., Лапко В.А.

Сибирский федеральный университет
varochkin@yandex.ru

Введение

Использование непараметрических моделей и алгоритмов, основанных на оценках плотности вероятности типа Розенблатта–Парзена, является одним из активно развивающихся направлений теории обучающихся систем. Однако при увеличении объема обучающей выборки использование традиционных непараметрических моделей приводит к значительным временным затратам при формировании решений. Подобные ситуации часто встречаются, например, при обработке больших массивов аэрокосмической информации.

Для преодоления возникающих проблем предлагается коллектив непараметрических регрессий, основанный на декомпозиции обучающих выборок по их объёму.

Синтез коллектива непараметрических регрессий [1]

Пусть $V = (x^i, y^i, i = \overline{1, n})$ – выборка, составленная из n независимых наблюдений случайных величин $x = (x_v, v = \overline{1, k})$ и y , распределенных с неизвестными плотностями вероятности $p(x, y)$ и $p(x) > 0$.

Априори вид однозначной стохастической зависимости $y = \varphi(x_1, \dots, x_k)$ (1) не задан.

Разобьем выборку V на T групп наблюдений $V_j = (x^i, y^i, i \in I_j), j = \overline{1, T}$. Здесь I_j – множество номеров наблюдений (x, y) , составляющих j -ю группу, причём

$\bigcup_{j=1}^T I_j = I = (\overline{1, n})$. На основании каждой

выборки V_j осуществим синтез непараметрической регрессии [2]

$$\bar{y}_i = \bar{\varphi}_i(x) = \frac{\sum_{i \in I_j} y^i \prod_{v=1}^k \Phi\left(\frac{x_v - x_v^i}{c_v(j)}\right)}{\sum_{i \in I_j} \prod_{v=1}^k \Phi\left(\frac{x_v - x_v^i}{c_v(j)}\right)}, j = \overline{1, T},$$

где $\Phi(u)$ – ядерные функции, удовлетворяющие условиям H :

$$\begin{aligned} \Phi(u) &= \Phi(-u), \quad 0 \leq \Phi(u) < \infty, \\ \int \Phi(u) du &= 1, \quad \int u^2 \Phi(u) du = 1, \\ \int u^m \Phi(u) du &< \infty, \quad 0 \leq m < \infty; \end{aligned}$$

$c_v(j), v = \overline{1, k}$ – коэффициенты размытости ядерных функций, значения которых убывают с ростом количества элементов n_j множеств $I_j, j = \overline{1, T}$. Здесь и далее бесконечные пределы интегрирования опускаются.

В качестве приближения $y = \varphi(x)$ по статистической выборке V используется статистика $\bar{y} = \frac{1}{T} \sum_{j=1}^T \bar{\varphi}_j(x)$. (3)

Структура предлагаемого коллектива непараметрических регрессий представлена на рис. 1.

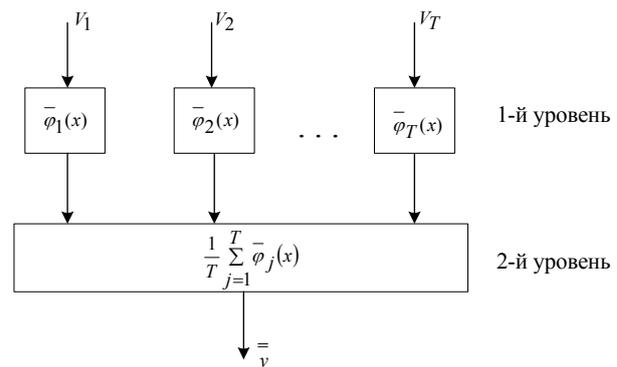


Рис. 1. Структура двухуровневого коллектива непараметрических регрессий, основанного на декомпозиции обучающей выборки по её объёму.

Оптимизация частных непараметрических регрессий (2) по коэффициентам размытости $c_v, v = \overline{1, k}$ осуществляется в режиме «скользящего экзамена» из условия минимума статистической оценки точности аппроксимации зависимости (1)

$$\bar{W}_j = \frac{1}{n_j} \sum_{t \in I_j} \left(y^t - \bar{\varphi}_j(x^t) \right)^2.$$

При формировании слагаемых \bar{W}_j ситуация (x^t, y^t) исключается из процесса обучения в непараметрической регрессии (2).

Исследование свойств коллектива непараметрических регрессий

На основании данных вычислительного эксперимента сравнивались эффективность

предлагаемого коллектива непараметрических регрессий (3) с традиционной непараметрической регрессией [2]. Традиционная непараметрическая регрессия строилась по полной обучающей выборке $V = (x^i, y^i, i = \overline{1, n})$. Обучающая выборка V формировалась в соответствии с соотношением $y^i = y(x^i) + 2 \cdot (0,5 - \varepsilon^i) \cdot y(x^i) \cdot \frac{r}{100}$, где

$y(x^i) = 1 - x^i + \exp(-40 \cdot (x^i - 0,5)^2)$; ε^i - случайная величина с равномерным законом распределения в интервале $[0,1]$; $r \in [0;100]$ - уровень помех. Вычислительный эксперимент при фиксированных условиях исследований проводился 5 раз, полученные результаты расчетов усреднялись. Для оценивания эффективности предлагаемого коллектива непараметрических регрессий использовался среднеквадратический критерий эффективности:

$$W = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (y^j - \bar{\varphi}(x^j))^2, \quad (4)$$

где n - объем выборки; y^j - искомая зависимость, $\bar{\varphi}(x^j)$ - построенная модель зависимости.

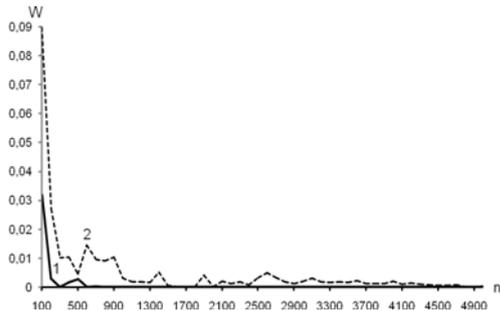


Рис.2. Зависимость критерия эффективности (4) от объема выборки n . Кривые 1, 2 соответствуют традиционному методу и предлагаемому методу (3) при $T = 4$ и $k = 1$. Ядерная функция – параболическая.

Из рис. 2 видно, что эффективность как традиционного алгоритма, так и предлагаемого алгоритма, увеличивается с ростом объема обучающей выборки V . При этом отмечается некоторое ухудшение результатов восстановления стохастической зависимости при увеличении количества групп T обучающей выборки V (см. рис. 3).

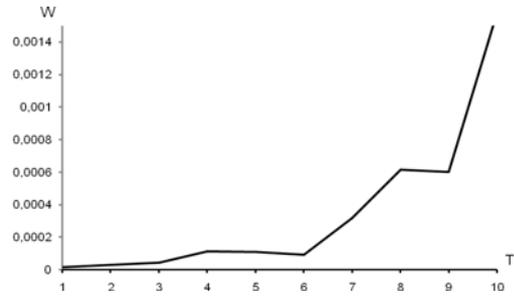


Рис.3. Зависимость критерия эффективности (4) от количества групп T . Объем выборки $n = 5000$, $k = 1$. Ядерная функция – параболическая.

На рис. 4 приведены результаты оценки времени выполнения алгоритмов. Моделирование проводилось на компьютере, имеющем два 4х-ядерных процессора Intel Xeon E5335 2ГГц, с разбиением вычислительного процесса на потоки (технология параллельных вычислений). Наблюдается существенное сокращение времени расчетов при увеличении групп T .

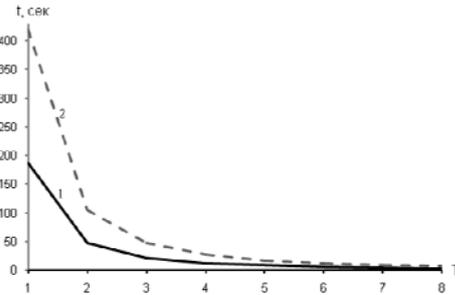


Рис.4. Зависимость времени вычислений от количества групп T . Объем выборки $n = 10000$ (кривая 1), $n = 15000$ (кривая 2), $k = 1$. Ядерная функция – параболическая.

Заключение

Предложен коллектив непараметрических регрессий, основанный на декомпозиции обучающей выборки по объёму, обеспечивающий возможность использования технологии параллельных вычислений при восстановлении многомерной стохастической зависимости. Приведены результаты вычислительных экспериментов.

Литература

1. Лапко А.В., Лапко В.А., Варочкин С.С. Коллектив непараметрических регрессий, основанный на декомпозиции обучающей выборки // Вестник СибГАУ, 2009. – Выпуск 1 (22) часть 2. – С. 38-40.
2. Надарая Э.А. Непараметрические оценки кривой регрессии // Тр. ВЦ АН ГССР, 1965. – Выпуск 5. - С. 56-68.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТОКА ПЛАЗМЫ В ДВУХСТРУЙНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГЕ

Никуличева Т.Б.

Кыргызско-Российский Славянский университет
t_nikulicheva@krsu.edu.kg

Введение

В настоящее время широкое применение в плазменных технологиях находят многодуговые генераторы, и, в частности, двухструйный плазмотрон. Двухструйный плазмотрон состоит из катодного и анодного сопел, оси которых располагаются в одной плоскости под некоторым углом. В каждое сопло подается плазмообразующий газ с заданными расходами, где происходит его интенсивный нагрев и ускорение. При вытекании из электродных насадков в атмосферный воздух плазменные струи взаимодействуют друг с другом, замыкают токопроводящий канал дуги и образуют общий поток плазмы. Экспериментальные исследования двухструйного плазмотрона показывают, что конфигурация двух токоведущих струй существенно зависит от расхода газа, силы тока, угла и расстояния между осями электродных узлов. В отличие от столкновения холодных струй, в плазменных потоках, вследствие протекания по ним электрического тока, кроме газодинамического соударения имеет место электромагнитное отталкивание амперовыми силами, ускорение плазмы между струями и подсос окружающего газа в зону их слияния.

В данной работе на основе плоской магнитогазодинамической (МГД) модели двухструйной электрической дуги проведен расчет электромагнитных, газодинамических и тепловых характеристик потока плазмы в двухструйном плазмотроне при различных значениях силы тока и расхода газа. Цель работы – проверка качественного соответствия двумерной модели наблюдаемым на опыте структуре и свойствам двухструйной дуги.

Модель

Рассматривается плоская двухструйная электрическая дуга, концы которой находятся в продуваемых аргоном каналах катодного и анодного насадков, расположенных под углом 60° друг к другу. При вытекании из электродных насадков в атмосферный воздух плазменные струи взаимодействуют друг с другом, замыкают токопроводящий канал дуги и образуют общий поток плазмы. При формулировке математической модели двухструйной дуги допускается, что протекающие процессы стационарные, течение дозвуковое и ламинарное, плазма квазинейтральная и равновесная [1]. Математическое моделирование двухструйного плазмотрона основано на системе стационарных МГД уравнений. Индукция магнитного поля определяется как для ограниченной в

пространстве системы стационарных токов в соответствие с законом Био-Савара-Лапласа.

Система МГД уравнений замыкается граничными условиями для зависимых переменных на границах расчетной области. Распределения характеристик дугового потока на границе расчетной области внутри электродного насадка в поперечном к его оси направлении полагаются однородными и определяются по заданным значениям силы тока и расхода газа; на стенках для скорости используются условия прилипания и непроницаемости; для температуры – условие сопряжения с заданной температурой стенок; на свободных границах используются условия нормального втекания или вытекания газа, теплового равновесия с окружающей средой, давление задается атмосферным.

Для исследования физических процессов, протекающих в плазмотроне, система МГД уравнений дополняется зависимостями коэффициентов переноса и теплофизических свойств плазмы аргона от температуры при атмосферном давлении, заимствованными из [1].

Метод решения

Система МГД уравнений приводится к обобщенной форме представления с выделением конвективного, диффузионного и источникового членов. Дискретизация уравнений осуществляется методом контрольного объема, а поле давления рассчитывается методом коррекции SIMPLER [2]. Для решения дискретного аналога используется итеративный метод с нижней релаксацией.

Результаты расчета

Расчет характеристик плоской двухструйной дуги проводится при следующих условиях: давление атмосферное; внутренний диаметр электродных сопел одинаков и составляет 2,5 мм, толщина стенок 5 мм, температура на внешней границе стенки 300 К, суммарный погонный расход газа для обоих насадков 0,024 г/(с·мм). Расчет проводился последовательно: для холодных струй с температурой во входном сечении 0,3 кК; для горячих бестоковых струй с температурой во входном сечении 13 кК; для токовых струй без учета электромагнитных сил с погонной силой тока $I = 2$ А/мм; для токовых струй с учетом силы Ампера. При столкновении холодных струй в зоне их слияния образуется область повышенного давления, которая способствует формированию тороидального вихря. Характерные скорости: внутри сопла – 3 м/с, а в вихре – 0,7 м/с. Нижняя по потоку граница вихря на оси z практически совпадает с минимумом давления (рис. 1, 2).

Для того же расхода в случае горячих бестоковых струй скорость газа и, как следствие, максимум давления в зоне столкновения, заметно увеличиваются (рис. 2). Верхняя по потоку граница вихря на оси z практически совпадает с максимумом давления, а нижняя – с границей области пониженного давления. Скорость в вихре достигает 15 м/с.

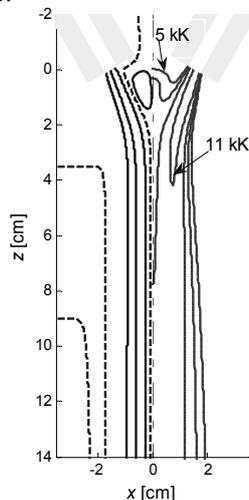


Рис. 1. Изолинии тока газа (слева), температуры (справа) в двухструйном плазмотроне с учетом силы Ампера

При учете Джоулева тепловыделения за счет протекания электрического тока картина линий тока газа и изотерм слабо изменяется. Это означает, что температурная структура сталкивающихся струй обусловлена в основном кондуктивным и конвективным теплопереносом. Поэтому слабо изменяется и картина линий тока газа. Область перетекания тока между струями пространственно совпадает с вихревой зоной. Зона перетекания тока ограничена по высоте и составляет ~ 3 см. Температурные и газодинамические характеристики в случае бестоковых и токовых струй практически одинаковы.

Учет электромагнитного взаимодействия токовых струй ослабляет эффект газодинамического соударения, что приводит к уменьшению размеров и интенсивности тороидального вихря вследствие отталкивающего характера силы Ампера (рис. 1). Зона перетекания электрического тока между струями смещается вверх по потоку и уже не совпадает с областью возвратного течения, по высоте составляет $\sim 3,5$ см. Максимальное значение плотности тока в этой зоне увеличивается и смещается вверх по потоку несмотря на уменьшение температуры

(электропроводности) между искривленными струями за счет роста напряженности электрического поля. Градиент давления в вихре уменьшается, скорость равна 8 м/с.

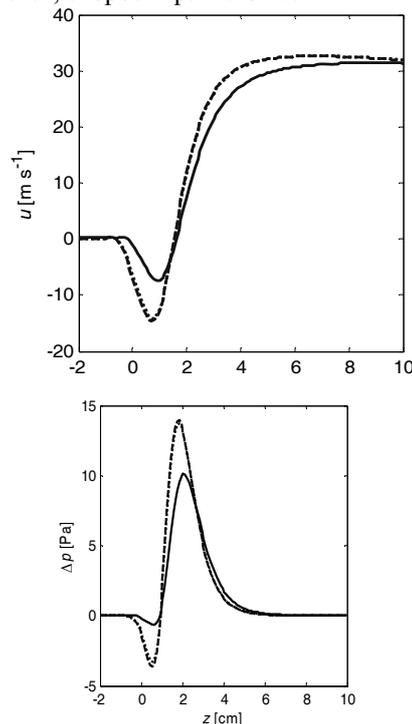


Рис. 2. Распределение скорости u и перепада давления Δp на оси симметрии в случае бестоковых (пунктирные) и токовых струй без учета (точечные) и с учетом (сплошные линии) силы Ампера.

Выводы:

1. Проведен численный анализ взаимодействия плазменных потоков в двухструйной электрической дуге на основе МГД уравнений.
2. Показано, что существуют режимы работы двухструйного плазмотрона, при которых реализуются условия подсоса газа в область слияния плазменных струй.
3. Получено качественное соответствие результатов расчета экспериментальным данным.

Литература

1. Энгельшт В.С., Гурович В.Ц., Десятков Г.А. и др. Теория столба электрической дуги. Низкотемпературная плазма. Т. 1. – Новосибирск: Наука СО, 1990. – 376 с.
2. Патанкар С. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости. – М.: Энергоатомиздат. – 1984. – 152 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНОГО КАТОДА В ВИРКАТОРЕ И ОТРАЖАТЕЛЬНОМ ТРИОДЕ

Марченко А.Л.

Научный руководитель: Коваль Т.В.
Томский политехнический университет
Tenorasp@mail.ru

Введение

Генераторы мощного электромагнитного излучения на основе систем с виртуальным катодом (ВК) представляют собой перспективное направление развития импульсной техники, в первую очередь, из-за высоких мощностей которые достигаются за счет использования в качестве источников питания сильноточных электронных ускорителей. Отличительной особенностью приборов по сравнению с другими типами генераторов является то, что в этих приборах процесс формирования электронного пучка и преобразования энергии пучка в энергию СВЧ излучения происходят в одном и том же объеме, являющемся одновременно электродинамической структурой. Это оказывает влияние как на процесс формирования пучка и ВК, так и на генерацию [1]. Поэтому, процесс формирования ВК является важной задачей при исследовании механизма генерации электромагнитного излучения.

В данной работе приведены результаты численного исследования формирования ВК в виркаторе и отражательном триоде при движении электронов поперек оси цилиндрического резонатора.

Геометрия системы

Схема системы приведена на рис. 1.

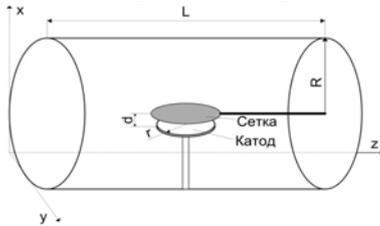


Рис. 1. Геометрия системы

Здесь в полый металлический цилиндр (заполнен вакуумом) радиуса $R = 20$ см и длиной $L = 60$ см с идеально проводящими стенками помещен диод (состоит из двух параллельных электродов – катода и сетчатого анода). Диод располагается в центре резонатора по координатам y и z , при этом, сетчатый анод фиксируется в центре резонатора по координате x . Радиус катода $r = 5$ см, радиус сетчатого анода 6 см, межэлектродный промежуток $d = 2$ см.

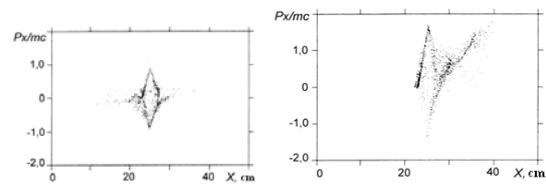
Метод моделирования

Моделирование системы проводилось в пакете KARAT. Методика моделирования в KARAT основана на самосогласованном решении уравнений Максвелла с помощью явных консервативных по энергии разностных схем с перешагиванием на сдвинутых сетках, имеющих второй порядок точности по координатам и времени и релятивистских уравнений движения

частиц PIC методом (разновидность метода крупных частиц) с соответствующими граничными условиями на металлических поверхностях [2]. На поверхности катода, с которой происходит эмиссия электронов, выполняется условие ограничения тока пространственным зарядом $E_x = 0$. Вычисления проводились со следующими параметрами: ускоряющего напряжение 500 кВ разной полярности, непрозрачность сетчатого анода 0.2. Точность расчетов контролировалась по ошибке энергетического баланса, которая во всех вычислительных экспериментах не превышала 2%.

Результаты численного исследования

На рисунке 2 представлены фазовые портреты пучка при разных полярностях ускоряющего напряжения: а – при положительной (сетчатый анод под положительным потенциалом) и б – при отрицательной (сетчатый анод и боковая стенка камеры под нулевым потенциалом, на катод подается отрицательный потенциал).



а) б)

Рис. 2. Фазовые портреты пучка при положительной (а) и отрицательной полярности ускоряющего напряжения (б)

При положительной полярности импульса напряжения (рис.2(а)) прибор работает в режиме отражательного триода, когда электроны пучка совершают нелинейное колебательное движение в потенциальной яме, формирующейся между реальным и виртуальным катодами. Численные расчеты показали, что координата виртуального катода осциллирует с частотой близкой к частоте колебаний электронов в потенциальной яме. При параметрическом взаимодействии электронов с колебаниями виртуального катода происходит фазовая модуляция частиц. В режиме отражательного триода только незначительная часть электронов не участвует в когерентном взаимодействии пучка с электромагнитным полем. При отрицательной полярности ускоряющего напряжения (рис. 2.(б)) в системе присутствуют пролетные электроны (т.е. прибор работает в режиме виркатора), которые оседают на стенках камеры, после прохождения сетчатого анода. При этом происходит двухпучковое взаимодействие потока пролетных электронов с осциллирующими

электронами. По рисунку 3 видно, что частота колебаний пролетного тока приблизительно равна частоте колебаний электронов в потенциальной яме и увеличивается с ростом ускоряющего напряжения.

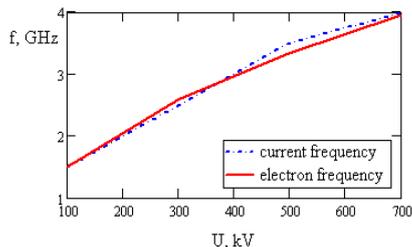


Рис. 3. Зависимость частот колебаний пролетного тока и электронов в потенциальной яме от напряжения

Ток пролетных электронов зависит как от полярности импульса напряжения, так и от размеров камеры. Расчетные зависимости этого тока от радиуса камеры приведены на рисунках 5 и 6. Из рисунков видно, что с уменьшением радиуса камеры токи пролетных электронов в обоих случаях увеличиваются, причем величины этих токов при положительной и отрицательной полярности напряжения отличаются более чем на порядок. Так при радиусе камеры 17.5 см в случае положительной полярности ускоряющего напряжения (в режиме отражательного триода) ток электронов, проходящих виртуальный катод и попадающих на стенки камеры, составляет порядка 0.1 кА, в то время как при отрицательной полярности (в режиме виркатора) он составляет порядка 8 кА. На рисунке 4 представлена зависимость проходящего тока от потенциала боковой стенки при потенциале катода -500 кВ, по которому видно, что при увеличении значения потенциала ток на стенках камеры падает, причем прибор входит в режим отражательного триода только при потенциале, равном потенциалу катода.

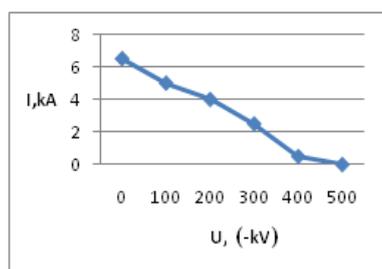


Рис. 4. Зависимость проходящего тока от потенциала стенок камеры U

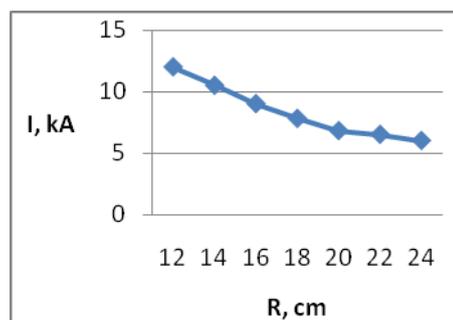


Рис. 5. Зависимости тока пролетных электронов от радиуса камеры в виркаторе

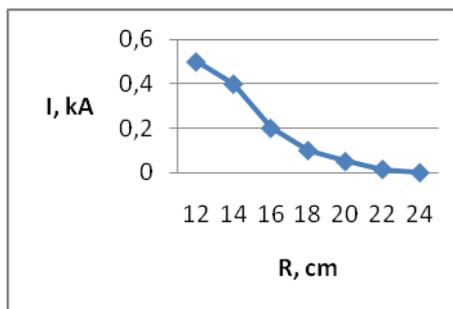


Рис. 6. Зависимости тока пролетных электронов от радиуса камеры в отражательном триоде

Заключение

Проведенные исследования показали, что процесс формирования виртуального катода в виркаторах существенно зависит от полярности ускоряющего напряжения.

При положительной – система работает в режиме отражательного триода, когда практически все электроны участвуют в когерентном взаимодействии с электромагнитным полем, что существенно повышает мощность излучения. При отрицательной – в системе присутствует значительное количество пролетных электронов, что приводит к уменьшения мощности по сравнению с отражательным триодом.

Литература

1. Григорьев В.П., Диденко А.Н. К теории возбуждения электромагнитных колебаний в системах с виртуальным катодом. // Радиотехника и электроника. – 1988. - №2. – С. 353-362.
2. Tarakanov V.P. User's Manual for Code KARAT: Moscow. – 2006. – 115 с.

ВЫЯВЛЕНИЕ ИНФОРМАТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ КРОВИ У БОЛЬНЫХ ОСТЕОХОНДРОЗОМ НА ОСНОВАНИИ ЛДФ-ГРАММЫ

Пермякова О.В., Константинова Л.И.
Томский Политехнический Университет
dije@mail.ru

Введение

Для наиболее успешного лечения людей необходимо выявить критерий эффективности лечения и оценить его. Критерий оценки эффективности позволяет подобрать индивидуальный комплекс восстановительного лечения, в зависимости от особенностей человека, а следовательно получить максимальный результат по улучшению здоровья, то есть добиться максимальной эффективности того или иного метода лечения. А оценить эффективность лечения практически возможно только с помощью математических моделей. Первым шагом на пути исследования эффективности лечения является выявление информативных показателей, с помощью которых можно определить влияние того или иного метода лечения на организм человека.

Одним из методов для определения информативных показателей является способ графического изображения категориальных данных – диаграмма Парето – это особая разновидность вертикальной линейчатой диаграммы, в которой категории приводятся в порядке убывания их частот одновременно с полигоном накопленных частот. Это позволяет выделить наиболее важные категории из большого количества малозначимых групп, то есть с помощью нее удобно определять информативные признаки из общего числа показателей, особо влияющих на исследуемый процесс. Кроме того, диаграмма достаточна наглядна и понятна для врачей.

Характеристика микроциркуляции крови у больного определяется с помощью ЛДФ-граммы, которая представляет из себя аналоговый сигнал, измеряемый с помощью прибора ЛАКК-02. Для обработки этих сигналов используются преобразование Фурье и Вейвлета. И в результате имеются параметры, получаемые с помощью этих методов.

Исходные данные

Имеются матрицы размерностями $n \times m$ для здоровых ($n=13$, $m=11$), где n – количество человек, а m – количество параметров, и матрица $n1 \times m$ – больных до лечения и после лечения (метод лечения - ПОЛЮС), обследованных с помощью окклюзионной пробы ($n1=13$).

Применение метода Парето для выделения информативных показателей

На первом этапе необходимо определить количество отклонений показателей микроциркуляции у больного от границ нормы, где нормой являются значения границ показателей микроциркуляции у здоровых. Т.е. необходимо для группы здоровых определить среднее

значение параметров микроциркуляции крови и их границы.

В работе использовалась группа здоровых, состоящая из 13 человек и 11 показателей.

На основании этих данных, получены границы

в виде: $\bar{x} \pm 3 \frac{S}{\sqrt{n}}$, где $S = \sqrt{S^2}$, и $S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$

На следующем этапе определяется число непопаданий в найденные границы для каждого параметра. Определяется процентное соотношение и кумулятивный вклад каждого параметра. По 80% кумулятивному вкладу определяются те показатели, которые являются информативными.

Определение информативных показателей у больных с остеохондрозом

Имеем группу больных из 13 человек, обследованных с помощью окклюзионной пробы.

Значения показателей для этой группы больных измерялись по пораженной и непораженной области.

Больные лечились методом магнитотерапии (метод лечения, основанный на воздействия переменным магнитным полем), который называется ПОЛЮС.

Предложенный метод определения информативных показателей с помощью диаграммы Парето в данном случае состоит в следующем:

1. Определяется количество отклонений показателей не входящих в пределы нормы.
2. Производится сортировка по убыванию.
3. Процентные доли определяются по формуле:

$$D = \frac{y_i}{S_0} \cdot 100\%, \text{ где } D - \text{процентная доля,}$$

y_i – количество отклонений, S_0 – сумма всех отклонений по данному способу лечения, причем $i=1, \dots, m$.

Считается накопленная процентная доля $L = \sum_{j=1}^i y_j$

Таблица 1. Информативные показатели до и после лечения, пораженная область

До	а	б	в	После	а	б	в
ПФмакс	11	14,1	14,1	Т4-Тн1	12	15	15
Т4-Тн1	11	14,1	28,21	Т3-Т2	10	12,5	27,5
Т3-Т2	9	11,5	39,74	ПФмакс	9	11,3	38,8
РКК	9	11,5	51,28	Мвосст	9	11,3	50
dM	8	10,3	61,54	Мисх	8	10	60
Мисх	6	7,69	69,23	dM	7	8,75	68,8
Т5-Тн1	6	7,69	76,92	Ммин	6	7,5	76,3
Ммин	5	6,41	83,33	Т7-Т6	6	7,5	83,8
Мвосст	5	6,41	89,74	Т5-Тн1	5	6,25	90
Т7-Т6	5	6,41	96,15	РКК	5	6,25	96,3
Т6-Т4	3	3,85	100	Т6-Т4	3	3,75	100

Таблица 2. Информативные показатели до и после лечения, непораженная область

До	а	б	в	После	а	б	в
<i>T4-Tn1</i>	6	21	20,7	<i>T4-Tn1</i>	6	22	22
<i>ПФмакс</i>	4	14	34,5	<i>ПФмакс</i>	4	15	37
<i>Мисх</i>	3	10	44,8	<i>РКК</i>	4	15	52
<i>T5-Tn1</i>	3	10	55,2	<i>Мисх</i>	3	11	63
<i>dM</i>	3	10	65,5	<i>Ммин</i>	3	11	74
<i>РКК</i>	3	10	75,9	<i>dM</i>	3	11	85
<i>T3-T2</i>	2	6,9	82,8	<i>T3-T2</i>	2	7,4	93
<i>T7-T6</i>	2	6,9	89,7	<i>Мвосст</i>	1	3,7	96
<i>Ммин</i>	1	3,4	93,1	<i>T7-T6</i>	1	3,7	100
<i>Мвосст</i>	1	3,4	96,6	<i>T5-Tn1</i>	0	0	100
<i>T6-T4</i>	1	3,4	100	<i>T6-T4</i>	0	0	100

Пояснение к таблицам 1, 2: информативные показатели выделены жирным курсивом, а – количество отклонений, б – процентная доля, в – накопленная процентная доля.

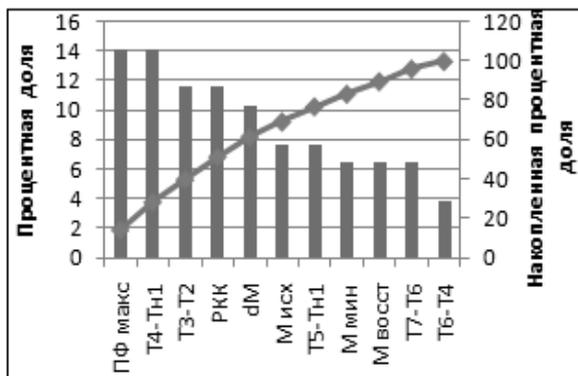


Рис.1. Диаграмма Парето показателей до лечения пораженной области

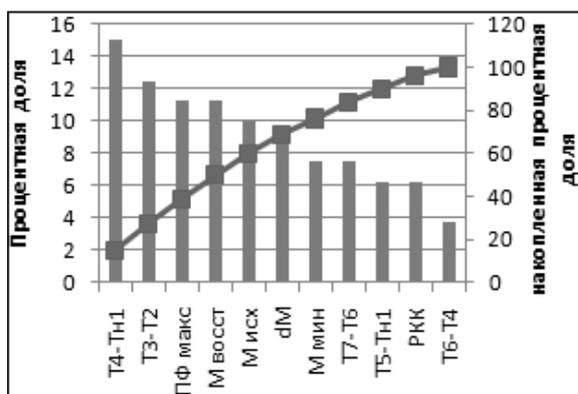


Рис.2. Диаграмма Парето показателей после лечения пораженной области

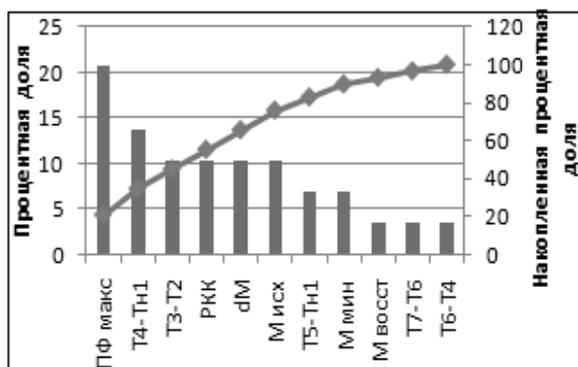


Рис. 3. Диаграмма Парето показателей до лечения непораженной области

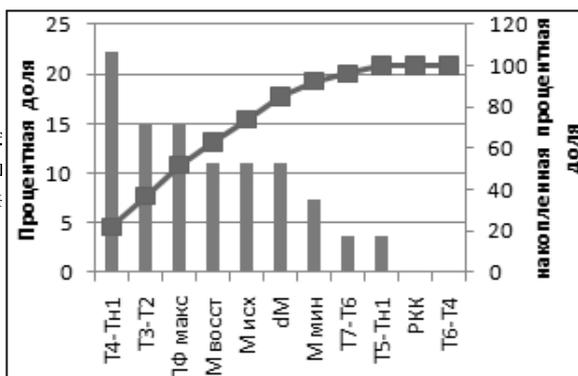


Рис. 3. Диаграмма Парето показателей после лечения непораженной области

Заключение

В данной работе обнаружено, что значение информативных показателей до и после лечения переформировалось, следовательно, лечение направлено на уменьшение отклонений по определенным показателям, но полностью отклонения других показателей не устраняет. Тот факт, что отклонений становится меньше, говорит о том, что лечение организовано правильно, но полного восстановления не происходит, хотя и есть определенный эффект. Данный подход впервые использовался для решения поставленной задачи, полученные результаты дают возможность врачу обдумывать дальнейшее лечение с целью увеличения его эффективности.

Литература

1. Данные, предоставленные НИИ курортологии г. Томска.
2. Юкио Сато «Обработка сигналов. Первое знакомство» под редакцией Ёсифуми Амэмия, 2004г.
3. Дэвид М. Левин, Дэвид Стефан, Тимоти С. Кребиль, Марк Л. Беренсон «Статистика для менеджеров с использованием EXEL», 4-ое изд.
4. А.И. Крупаткин, В.В. Сидоров «Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови. Руководство для врачей», Москва: ОАО «Издательство «Медицина», 2005

НЕЙРОННАЯ СЕТЬ, КАК СРЕДСТВО ПОСТРОЕНИЯ КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ЭНЕРГОСБЫТОВОЙ КОМПАНИИ

Грицай А.С.

Омский Государственный Технический Университет
gritsay@oesk.ru

Введение

В настоящее время нейронные сети получили широкое распространение во многих сферах деятельности, в том числе и в прогнозировании временных рядов. В [1,2] уже рассматривались методы построения долгосрочных прогнозов потребления электроэнергии, и прогнозирование цен оптового рынка электроэнергии в двух ценовых зонах.

Для энергосбытовых компаний в условиях функционирования оптового рынка электроэнергии (мощности) (ОРЭМ) сегодня особенно важно как можно более точно прогнозировать объемы собственного потребления, в противном случае компания несет дополнительные финансовые затраты перекупаемые на конечного потребителя и, тем самым, теряет свою привлекательность на рынке. Как правило, необходим прогноз «на сутки вперед» в разрезе часовых (получасовых) интервалов. Точность напрямую зависит от применяемых при прогнозировании методик расчета, что позволяет минимизировать покупку и продажу энергии на балансирующем рынке.

В статье описана методика прогнозирования, с помощью которой удалось довольно точно предсказать потребление на «сутки вперед». Разница отклонений составила в среднем 2 % в рабочий день и до 4% в выходные дни. Для краткосрочного прогнозирования использовалась трехслойная нейронная сеть. Входной слой сети содержит - 7 нейронов, скрытый - 5 нейронов и выходной слой - 1 нейрон. Передаточная функция, которую реализует каждый нейрон сети, – сигмоид. Все слои соединены между собой полносвязно. Построение архитектуры сети, с использованием критерия «оптимальности», описано в [3].

Методика составления прогноза

При обучении сети на вход подавались следующие параметры: идентификатор часа, для которого необходимо будет спрогнозировать объем потребления электроэнергии, порядковый день месяца, месяц (от 1 до 12), средне-дневная температура, порядок дня в неделе (от 1 до 7), признак выходного дня (1 – выходной день, 0 – рабочий день) и объем потребления за позапрошлый день. Для обучения использовался один из самых распространенных алгоритмов - «back propagation» (обратного распространения ошибки)[4,5].

Нейронная сеть была построена с применением нейромитатора Joone <http://www.joone.org>

Рассмотрим построение математической модели более подробно. Для прогнозирования использовалась выборка потребления абонентов ОАО «Омская энергосбытовая компания». При этом для прогнозирования необходимо иметь двухгодичные данные, в нашем случае использовалась статистическая информация с 2004 года, причем по каждому дню представлена информация в следующем формате:

Часовой (получасовой) интервал;

- Порядковый день месяца;
- Порядковый номер месяца в году;
- Среднесуточная температура;
- Порядковый номер дня в неделе;
- Признак выходного дня;
- Объем потребления за прошедшие сутки;

Таким образом, прогнозируемый объем потребления электроэнергии есть функция от следующих переменных:

$V_{233}(t) = \{M, N, T_{cp}, n, h, V_{1ЭЭ}\}$, где V_{233} – объем, который необходимо спрогнозировать формате $X-1$ (“На сутки вперед”), потребления электроэнергии, МВт.

t – получасовой интервал времени. Поскольку прогнозирование осуществляется дискретными отрезками времени 30 мин., суточная обучающая выборка содержит 48 примеров. (1 соответствует интервалу от 0:30 до 1:00).

M – порядковый номер месяца в году. Данный параметр необходим для учета климатических и сезонных особенностей.

N – Порядковый день месяца, необходим для отслеживания суточной динамики потребления энергии.

T_{cp} – Среднесуточная температура окружающего воздуха, данный параметр является важнейшим, от него напрямую зависит потребление электрической энергии,

n – Порядковый номер дня в неделе. Всего параметр $n \leq 7$. Данный параметр необходим для учета особенностей потребления электроэнергии в течение недели.

h – признак, указывающий на то, является ли день выходным или рабочим (при параметре $h=1$ выходной, а $h=0$ рабочим). Как известно динамика потребления электроэнергии сильно различается в выходной и рабочий день.

$V_{1ЭЭ}$ – объем потребленной энергии за прошлые сутки аналогичного текущему временному периоду, МВт.

Упрощенная схема модели нейронной сети представлена на рис. 1. На вход сети подаются необходимые параметры с целью обучения.



Рис. 1. Схема модели нейронной сети.

Принцип предлагаемой методики краткосрочного прогноза заключается в следующем: Формируется обучающая выборка на основе известных данных потребления текущего и предыдущего годов. Количество выборочных данных S определяется по формуле: $S = 30M_{t1} * 48 + 30M_{t2} * T_c$, где M_{t1} – выборка из 30 дней до прогнозного дня текущего года и M_{t2} – выборка 30 дней предыдущего года, после прогнозного дня, включая аналогичный прогнозируемому день в прошлом году. Необходимое количество дней - 30 было найдено эмпирически, при количестве дней отличающемся от этой цифры точность прогноза падает. T_c – количество дискретных равных интервалов, на которые разбивается 24 часа (в нашем случае это 30 минут).

Пример использования

Рассмотрим работу математической модели для прогнозирования потребления региона на 1 мая 2005 года. При этом обучающая выборка сформирована на основе данных с 1 по 30 апреля 2005 года и с 1 по 30 мая 2004 года. Количество примеров в обучающей выборке составило 2896. Количество эпох обучения 10 000. Норма обучения 0.8 (коэффициент от которого зависит величина изменения веса). По окончании завершения среднеквадратическая ошибка на наборе данных составила $1.8 * 10^{-4}$. График прогнозных данных на 1 февраля (рабочий день) и 1 мая (выходной день) представлен на рисунке 2. На оси абсцисс обозначены получасовые интервалы времени, на оси ординат объем энергии, в единицах измерения МВт/час. Среднее отклонения прогнозных данных от реального потребления составило в данном примере от 1,4 в рабочий до 3,8% в выходной день. Максимальное отклонение по часовым интервалам до 7%.

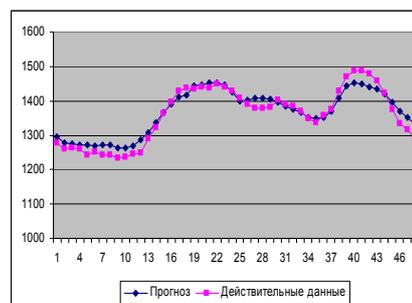


Рис. 2. График прогноза и реальных данных на 1 февраля (рабочий день)

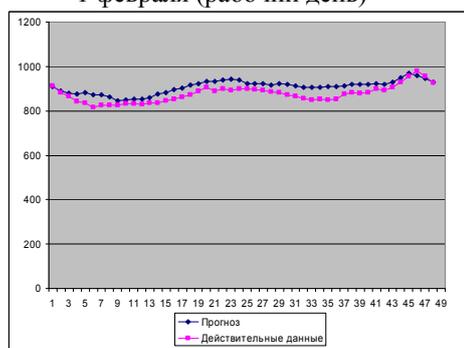


Рис. 2. График прогноза и реальных данных на 1 мая (выходной день)

Заключение

С целью более точного составления прогноза потребления электроэнергии данную методику возможно использовать не только для энергосбытовых компаний, но и для других организаций, которые являются «субъектами ОРЭ». Для повышения точности планирования необходимо учитывать в модели дополнительные параметры - освещенность и прогноз погодных метеофакторов на прогнозируемый день.

Литература

1. Вилесов И. Носов А. Вилесова М. Долгосрочный прогноз цен рынка на сутки вперед // Энергорынок – 2006. №10.
2. Нечитайлов В.Ю. Вилесов И.А. Прогнозирование сбытовых показателей деятельности энергосистемы с помощью аппарата нейронных сетей // Промышленная энергетика – 2002. №4.
3. Потапов В.И., Потапов И.В. Математические модели и методы оптимизации надежности отказоустойчивых вычислительных систем из искусственных нейронных сетей - Омск: ОмГТУ, 2003. - 219 с.
4. Хайкин С. Нейронные сети – М.: Вильямс, 2006. -1103 с.
5. Калан Р. Основные концепции нейронных сетей – М.: Вильямс, 2002 – 287 с

МЕТОДЫ КОМПЬЮТЕРНОГО АНАЛИЗА В ИССЛЕДОВАНИИ ОПУШЕНИЯ ЛИСТА ПШЕНИЦЫ *TRITICUM AESTIVUM* L.

Дорошков А.В., Генаев М.А., Пшеничникова Т.А., Афонников Д.А.

Институт Цитологии и Генетики сибирского отделения российской академии наук (ИЦиГ СО РАН)
 ad@bionet.nsc.ru

Методы компьютерного анализа данных в последнее время все более интенсивно используются в биологии. Это определяется с одной стороны сложностью биологических объектов, и, с другой стороны, большим количеством данных, которые необходимо обработать для выявления зависимости между генотипом и фенотипом или фенотипом и окружающей средой.

Одним из важных фенотипических признаков растений является опушение листа. Опушение имеет большое физиологическое значение, влияя на микроклимат вблизи поверхности листа (влажность, температуру и т.п.) [1,2]. Оно помогает растению переживать стрессовые условия окружающей среды и является важным для таких сельскохозяйственных растений как пшеница. Сильное опушение характерно для ряда засухоустойчивых сортов, относящихся к степной экологической группе [3].

К сожалению, до недавнего времени морфологические характеристики опушения листа пшеницы оценивались на ощупь или визуальным подсчетом под микроскопом, что являлось неэффективным и не позволяло получать его точные характеристики.

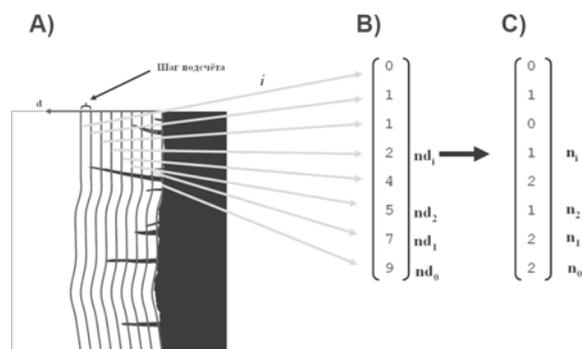


Рис. 1. Схема работы программы LHDetect: А) обработка входного изображения; В) вектор плотности трихом в зависимости от расстояния до границы листа; С) вектор распределения трихом по длине

Ранее нами был предложен компьютерный метод для решения задач анализа морфологии опушения листа пшеницы при помощи алгоритмов обработки изображений [4]. Разработанная нами программа LHDetect получает на вход микроизображение сгиба листа (Рис.1А), определяет границу фона и листа, смещает линию границы фона от листа с заданным шагом и на каждом шаге i подсчитывает число nd_i пересечения смещенной линии границы с трихомами (Рис.1В). По этим данным вычисляется

вектор распределения трихом по длине l (Рис.1С), общее количество трихом, их средневзвешенная длина.

Этот подход позволяет за секунды получать и обрабатывать одну микрофотографию, существенно увеличивая объемы данных для более точного описания характеристик опушения. Программа интегрирована с базой данных WheatDB, созданной для обработки, хранения и оперативного доступа к данным по взаимосвязи генотип-фенотип-окружающая среда у пшеницы.

Высокая информативность получаемых данных, а так же возможность применения к ним эффективных методов многомерного статистического анализа была продемонстрирована нами на ряде примеров.

С помощью указанных средств был проведен фенотипический анализ проявления признака. На примере двух неродственных генотипов пшеницы было показано, что опушение листа формируется равномерно и достоверно не отличается вдоль листовой пластинки.

Зависимость характеристик опушения от порядка формирования листа

Количество листьев у мягкой пшеницы, формируемых главным побегом в норме постоянно. В процессе роста растений их число увеличивается. Листья разного времени формирования выполняют различную функциональную нагрузку.

«Ранние» листья с порядковыми номерами 1 и 2 ответственны прежде всего за выживание проростка и переход его к активному формированию вегетативных частей растения, 3 и 4 листья важны для роста и развития растения в целом, а 5 и 6 прежде всего важны для развития колоса и созревания зерна, последние два листа (7 и 8) имеют свои названия- «предфлаговый» и «флаговый», соответственно.

Нами был проведен анализ зависимости морфологии опушения от порядка формирования листа для линии мягкой пшеницы 102/00i и сорта Саратовская 29. Листья растений линии 102/00i и сорта Саратовская 29 хорошо опушены, но морфология опушения различна – для сорта Саратовская 29 характерно плотное опушение трихомами средней длины, а для линии 102/00i – крупными трихомами, расположенными несколько реже. Для описания морфологии опушения использовались два параметра: общее

количество трихом $(N = \sum_{i=1}^k n_i)$ и

средневзвешенная длина $\langle L \rangle = (\sum_{i=1}^k n_i d_i) / k$,

где k – количество значений вектора распределения трихом по длине, d_i – расстояние от i -ой линии подсчёта пересечений до границы). Эти параметры рассчитывались для трех сгибов листа, а затем усреднялись.

Результаты показали, что значения этих параметров для листьев с разными порядковыми номерами различаются (Рис.2). На двух первых листах различия статистически значимы, а на всех более поздних преимущественно колеблется в пределах ошибки.

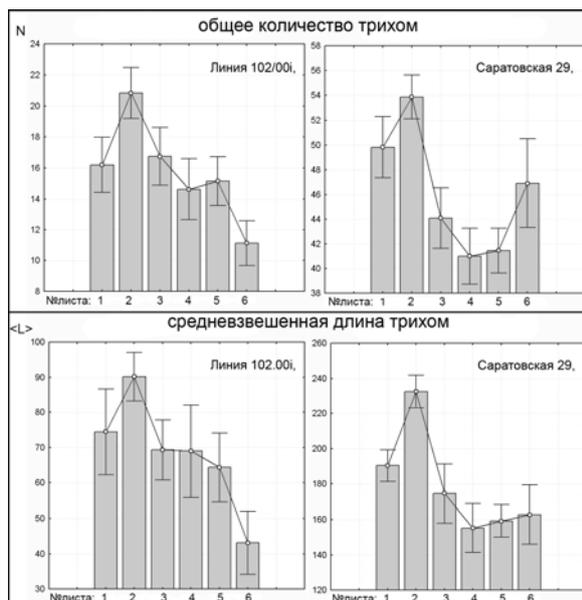


Рис. 2. Распределение значений общего количества трихом N и средневзвешенной длины $\langle L \rangle$ по листьям разного возраста для линии мягкой пшеницы 102/00i и сорта Саратовская 29

Как видно из рисунка значения параметров N и $\langle L \rangle$ для второго листа в обоих случаях значительно выше, чем для остальных, то есть трихомы на этих листах длиннее и плотнее расположены. Это, вероятно, связано с большой важностью формирования микроклимата у поверхности листа на этапе перехода от проростка к вегетативному росту.

Анализ характеристик опушения двух сортов пшеницы методом главных компонент

При использовании полных векторов распределения трихом по длине этот метод позволяет различать сорта, которые при визуальном осмотре или оценке на ощупь относят к одной категории. Например, сорта Саратовская 29 и Голубка на ощупь сильно опушённые, но при

многомерном анализе векторов методом главных компонент выявляется фактор, позволяющий отличать структуру опушения.

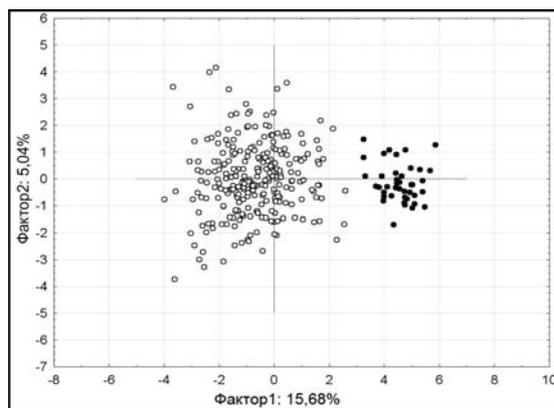


Рис. 3. Статистический анализ методом главных компонент. Фактор 1 (ось X) отражает преобладание в опушении коротких трихом.

Указанный метод, кроме того, оказался удобным для анализа расщепления гибридов и выделения фенотипических классов.

Таким образом, предложенные компьютерные подходы позволяют решать широкий класс задач, в частности анализа фенотипа, выявления связей генотип-фенотип, исследования проявления признака в различных условиях.

Работа поддержана Программой РАН 22, подпрограммой "Происхождение и эволюция биосферы", Интеграционными проектами СО РАН 113 и 119, а также грантом научных школ НШ-2447.2008.4.

Литература

1. Крупнов В.А., Цапайкин А.П. Опушение листьев пшеницы: генетические и экологические аспекты // Сельскохозяйственная биология. Серия «биология растений». -1990.- № 1.- 1, С. 51-57.
2. Лихенко И.Е. О взаимосвязи опушения органов растений яровой мягкой пшеницы с хозяйственно и биологически ценными признаками в условиях западной Сибири. // Растениеводство и селекция, - 2007.-№6.-С.25-31.
3. Журавлёва Н.А. Механизм устьичных движений, продукционный процесс и эволюция. - Н.: Наука, 1992.-140 с.
4. Применение компьютерного анализа микроизображений листа для оценки характеристик опушения пшеницы *Triticum aestivum* L./ А.В. Дорошков, С.И. Арсенина, Т.А. Пшеничникова, Д.А. Афонников //Вестник ВОГиС, Том11.-2009.-№ 1-С.218-226.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ В КОНСЕРВАХ ПРИ СТЕРИЛИЗАЦИИ В АВТОКЛАВАХ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

Кайченев А.В., Власов А.В., Маслов А.А.

Мурманский государственный технический университет
ican2005@yandex.ru

Для изготовления консервов любого ассортимента и, в частности, для обеспечения их микробиологической безопасности и минимальных изменений качества продукта в процессе стерилизации руководствуются оптимальным соотношением температуры и продолжительности нагревания. Поэтому первоначально определяют для данного вида консервов предельно допустимую температуру стерилизации, при которой нежелательные изменения качества минимизированы. Затем определяют продолжительность процесса для обеспечения необходимой степени стерильности продукта, которая характеризуется таким показателем, как требуемая летальность или нормативный стерилизующий эффект F_T^z [1,2,3].

Очевидно, что требуемая летальность F_T^z является не чем иным, как заданным значением фактической летальности L_T^z , которая для обеспечения безопасности продукта должна быть превышать значение нормативного стерилизующего эффекта минимум на 10%. Фактическая летальность может быть определена двумя методами: экспериментальным и расчетным.

Экспериментальный метод не отличается рациональностью и экономичностью, даже при математическом планировании эксперимента, поэтому крайне редко находит применение [2].

Расчетный метод, разработанный в начале 20 века, был неоднократно усовершенствован и до сегодняшнего дня применяется для определения фактической летальности. Суть метода (по Б.Флауменбауму) сводится к следующему:

1. Специальную термопару вводят в ту точку банки с содержимым консервов, где прогреваемость наихудшая (как правило в геометрическом центре банки), и размещают опытные банки в наименее прогреваемых местах автоклава.

2. Используя таблицы коэффициентов летальности K_T^z , находят соответствующие им значения по измеренным температурам в банках, начиная с 96 °С.

3. Рассчитывают величину фактического стерилизующего эффекта L_T^z , суммируя значения коэффициентов летальности K_T^z и умножая его на равновеликий отрезок времени, за который проводили соответствующие замеры температуры.

4. По полученным данным на одном графике строят зависимость изменения температур и коэффициентов летальности в автоклаве и банке от времени стерилизации, для чего по оси абсцисс откладывают продолжительность теплового воздействия на 2 осях ординат значения температур и коэффициентов летальности K_T^z .

5. Сравнивают значение полученного стерилизующего эффекта L_T^z с требуемой летальностью F_T^z и, если не соблюдается соотношение $L_T^z \geq F_T^z$, проводят корректировку режима стерилизации в сторону увеличения L_T^z .

Данный метод удобен и приемлем при разработке новых видов консервов, однако не в полной мере обеспечивает возможность оптимизации и прогнозирования режимов термической обработки в отношении сохранения пищевой и биологической ценности продукта по всему объему банки. Ч. Стамбо предложил определять фактическую летальность L_T^z как интегральную величину летальности, получаемую каждым отдельным слоем стерилизуемого продукта, ввиду того, что в банке консервов есть участки, весьма различные по выживаемости микроорганизмов, по сравнению с геометрическим центром.

Величина суммарного стерилизующего эффекта L_T^z по методу Ч. Стамбо на 18...20% более точна, чем величина, которую рассчитывают по классическому методу Бигеллоу-Болла-Флауменбаума, а это в свою очередь позволяет разрабатывать менее жесткие режимы стерилизации, что не только обеспечивает безопасность продукта, но и повышает его качественные характеристики. Очевидно, что метод Стамбо, по сравнению с классическим, повышает требования к измерительной технике и точности расположения датчиков температуры внутри банки. Расчетный метод Стамбо не является единственным. В.Бабарин предложил метод расчета фактической летальности на основании математической модели, которая была получена из решения уравнения теплопроводности (1).

$$\frac{\partial T(r; z; \tau)}{\partial \tau} = a \cdot \left[\frac{1}{r} \cdot \frac{\partial T(r; z; \tau)}{\partial r} + \frac{\partial^2 T(r; z; \tau)}{\partial r^2} + \frac{\partial^2 T(r; z; \tau)}{\partial z^2} \right] \quad (1)$$

со следующими граничными условиями $0 < r \leq R$:

$-h \leq z \leq h$; $T(R; z; \tau) = T(R; \pm h; z) = T_{cp}(\tau) = \text{const}$;
 $T(R; z; 0) = T_0$ где a – коэффициент температуропроводности, м²/с; T – температура, К; r, z – координаты; τ – время, с; T_0 – начальная температура продукта, °С; R – радиус банки, м; h – половина высоты банки, м.

Решение уравнения представляет собой произведение решения соответствующего уравнения для бесконечного цилиндра и центра бесконечной пластины [1]. На основании решения уравнения теплопроводности была получена математическая модель, которая в различные этапы процесса стерилизации выглядит по-разному. В период прогресса модель имеет вид:

$$T(r, z, \tau) = T_0 + [T_{cp}^0 - T_0] \Phi(F_{O_h}) + b_1 \cdot \tau \cdot \Omega(F_{O_h}) \quad (2)$$

где T_{cp}^0 – начальная температура среды, °C; b_1 – скорость подъема среды °C/c; τ – время, с; $\Phi(Fo_h)$ и $\Omega(Fo_h)$ – безразмерные функции, зависящие от координат r/R и z/h , параметра $k=h/R$ и числа Фурье Fo_h .(5).

В период собственно стерилизации (3):

$$T(r, z, \tau) = T_0 + [T_{cp}^0 - T_0] \cdot \Phi(Fo_h) + b_1 \cdot \tau \cdot \Omega(Fo_h) - b_1 \cdot (\tau - \tau_1) \cdot \Omega(Fo_{h1}) \quad (3)$$

В период охлаждения(4):

$$T(r, z, \tau) = T_0 + [T_{cp}^0 - T_0] \cdot \Phi(Fo_h) + b_1 \cdot \tau \cdot \Omega(Fo_h) - b_1 \cdot (\tau - \tau_1) \cdot \Omega(Fo_{h1}) - b_3 \cdot (\tau - \tau_2) \cdot \Omega(Fo_{h2}) \quad (4)$$

где b_1 – скорость снижения среды °C/c; τ_1 – время окончания прогрева, с; τ_2 – время окончания стерилизации и начала охлаждения, с.

$$Fo_{h1} = \frac{a \cdot \tau_1}{h^2}, \quad Fo_{h2} = \frac{a \cdot (\tau - \tau_1)}{h^2}, \quad Fo_{h3} = \frac{a \cdot (\tau - \tau_2)}{h^2} \quad (5)$$

К математической модели прилагается таблица безразмерных функций $\Phi(Fo_h)$ и $\Omega(Fo_h)$ для различной тары, в которую может быть помещен стерилизуемый продукт. Фактическую летальность режима стерилизации подсчитывают по уравнению (6):

$$L = \int_0^{\tau} 10^{T-T_z} \quad (6)$$

На основании полученной В. Бабариным математической модели на кафедре автоматики и вычислительной техники Мурманского государственного технического университета был разработан программный продукт, позволяющий определить температуру в центре банки и фактическую летальность.

Исходными данными для построения модели являются начальная температура продукта (T_0), начальная температура среды (T_{cp}^0), продолжительность этапов процесса стерилизации, коэффициент температуропроводности (a), половина высоты банки (h). Особенностью данного программного продукта является то, что расчет безразмерных функций $\Phi(Fo_h)$ и $\Omega(Fo_h)$ ведется на основании приближенных моделей, полученных для банки №3 (7 и 8) известными методами математического моделирования [4].

Максимальное отклонение табличных значений [1], от вычисляемых по формулам 7 и 8, составляет 4%, что позволяет использовать данный метод для оценки фактической летальности в процессе стерилизации.

$$\Phi(Fo_h) = 1 - 1.2953 \cdot e^{-\frac{Fo_h - 0.04}{0.3469}} + 0.2953 \cdot e^{-\frac{Fo_h - 0.04}{0.088}} \quad (7)$$

$$\Omega(Fo_h) = 0.93 - 1.031355 \cdot e^{-\frac{Fo_h - 0.04}{0.98}} + 0.081355 \cdot e^{-\frac{Fo_h - 0.04}{0.1042}} \quad (8)$$

В настоящий момент проводятся эксперименты, проверяющие адекватность математических моделей (2,3,4) при

стерилизации продуктов из гидробионтов.

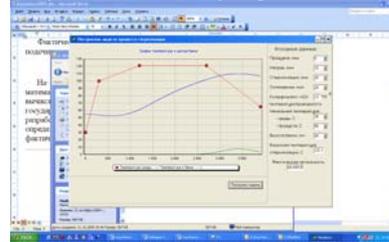


Рис. 1. – Построение процесса стерилизации по математической модели В. Бабарина

В случае, если результаты экспериментов подтвердят адекватность математического описания, на основании полученной при исследовании температурного поля греющей среды стерилизационной камеры модели можно будет осуществить расчет фактической летальности всех банок [5,6]. Если эксперименты покажут адекватность такого расчета, можно будет проводить исследования в направлении определения возможности проведения процесса стерилизации по нормативному стерилизующему эффекту, в качестве задающего воздействия для регулятора.

Литература

1. Бабарин В.П. Стерилизация консервов: Справочник. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 312с.: ил.
2. А.М. Ершов. Технология рыбы и рыбных продуктов / Баранов В.В., Бражная И.Э., Гроховский В.А. и др.; Под ред. Ершова А.М. СПб.: ГИОРД, 2006.
3. Методика изучения температурного поля греющей среды аппаратов периодического действия для стерилизации консервов. Министерство рыбного хозяйства СССР, 1983.– с. 2-5, 9.
4. Глазунов Ю.Т., Ершов А.М., Ершов М.А. Моделирование процессов пищевых производств. – М.: Колос, 2008.– 360с.
5. Маслов А.А., Власов А.В., Кайченев А.В. Разработка системы контроля и управления процессом стерилизации консервов в автоклавах периодического действия. Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов VII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск, 24 февраля – 27 февраля 2009 г., ч.2 – Томск: Изд-во СПб Графикс – 357с.
6. Маслов А.А., Власов А.В., Кайченев А.В. Программно-аппаратный комплекс для экспериментального исследования температурного поля в стерилизационной камере автоклава. Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов VI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск, 26 февраля – 28 февраля 2008 г. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 500с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОГО РЕГУЛЯРНОГО ВЫРАЖЕНИЯ

Либман М.С.

Научный руководитель: А.В. Мазин, к.т.н., доцент
КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана
LibmanMiwa@gmail.com

Введение

Процесс выполнения SQL запроса включает множество этапов. Одним из основных этапов выполнения SQL запроса является построение множества процедурных планов, таких, что последовательное выполнение каждого из них приведет к получению данных, удовлетворяющих запросу. Из данного множества планов необходимо выбрать план с наименьшей стоимостью выполнения. При этом, стоимостью может быть время выполнения запроса, количество ресурсов, потребляемых при выполнении запроса, количество операций логического чтения и т.д. Для большинства шагов плана выполнения оптимизатор формирует кардинальность. Кардинальность – это прогнозируемое количество записей, генерируемых операциями [1]. Кардинальность предиката определяется, как произведение селективности предиката на мощность множества, на котором определен данный предикат.

Значение кардинальности непосредственно влияет на выбор способа соединения отношений, на выбор способа доступа к отношению и т.д. В современных СУБД кардинальность определяется при помощи вероятностных значений на основании статистики, собранной по отношениям БД. К данной статистике относятся: количество кортежей, хранимых в отношении; количество кортежей атрибута, имеющих значение Null; гистограммы распределения значений атрибута и др. В тех же случаях, когда оптимизатор не в состоянии определить кардинальность, используются строго заданные значения. Примером может служить оценка кардинальности в SQL запросах с оператором Like. Оператор Like используется для поиска подстрок, соответствующих заданному шаблону - подстроке поиска (ПП) [2]. В данном случае кардинальность оценивается, как 5% от мощности множества, на котором определен данный оператор [1]. В работе [3] проведен анализ количества выполняемых в БД запросов, содержащих оператор Like, результаты показали, что количество запросов такого вида может достигать 11%. Дальнейшие исследования показали, что среднее значение относительной и абсолютной ошибки оценки кардинальности запросов данного вида в БД достигают значения в 477058,15% и 477151,33%, соответственно. Полученные результаты позволяют говорить о необходимости разработки более точных способов определения кардинальности в SQL запросах, содержащих оператор Like.

На основании методики, которая использовалась для получения процентного отношения количества выполняемых в БД запросов, содержащих оператор Like, можно определить отношения и атрибуты, по которым осуществляется поиск, а также ПП.

По множеству ПП можно определить классы ПП, которые пользователь может запросить. Зная данные классы, можно заранее определить ПП, требуемые пользователю, и для них заранее определить кардинальность и при помощи подсказок указать ее оптимизатору, тем самым уменьшив ошибку. Для классификации ПП и генерации прогнозируемых ПП, которые может запросить пользователь, будем использовать регулярные выражения (РВ), более подробно с РВ можно ознакомиться в [4]. Каждой ПП может соответствовать множество РВ. Необходимо сформировать это множество и выбрать из него оптимальное РВ. Для формирования множества РВ предлагается использовать генетический алгоритм (ГА).

Решение поставленной задачи

Начальная популяция будет состоять из самой ПП и служебных метасимволов, при помощи которых происходит описание РВ. Для размножения и получения новых особей используются операции кроссинговер и мутации. Отбираться для дальнейшего использования в ГА будут РВ, удовлетворяющие данной ПП. По завершению работы ГА, из всех отобранных особей будет выбрана та, которая удовлетворяет критерию оптимальности – РВ r из множества РВ, удовлетворяющих ПП s , будет являться оптимальным, если выполняются следующие условия:

1. Данная подстрока s содержится хотя бы в k элементах из множества D , где D есть множество значений, которые принимает атрибут, по которому осуществлялся поиск с использованием ПП s .
2. Если r удовлетворяет наибольшему количеству ПП из всего множества ПП, по сравнению с другими РВ, построенными по тому же s .
3. Если результатом наложения данного r на множество значений D , хотя бы одно возвращаемое значение будет равно ПП s .

В процессе работы классического ГА на каждом шаге происходит исключение из популяции особей, которые имеют наименьшее значение функции приспособленности (ФП) или в популяции остаются особи с наибольшим значением ФП. ГА заканчивает свою работу по достижению ФП некоторого порога, который

позволяет получить решение задачи с требуемой точностью. В решаемой задаче используется другой подход. ФП приспособленности имеет два значения, данная особь РВ удовлетворяет ПП (ФП равна 1) или не удовлетворяет (равна 0). Если особь удовлетворяет ПП, то ее включают в популяцию. При этом необходимо определить критерий останова работы ГА. Предлагается использовать два подхода:

1. Останов происходит, когда получены все возможные особи РВ, которые удовлетворяют данной ПП, и из них выбирается оптимальное в соответствии с критерием оптимальности.
2. Останов происходит, если в течении k циклов не было получено не одной особи, для которой ФП равна 1.

В первом случае необходимо определить количество особей, которые удовлетворяют данной ПП, во втором количество циклов k . В общем случае размер популяции РВ – P , удовлетворяющих ПП будет зависеть от ее размера. Пусть мы имеем некоторую ПП $s = s_1s_2s_3...s_n$, где n – количество символов, входящих в ПП. Тогда P будет определяться выражением 1: $P = \sum_{k=0}^n C_n^k; (1)$ где C_n^k есть

сочетание из n элементов по k и определяется выражением 2: $C_n^k = \frac{n!}{k!(n-k)!}; (2)$. Таким

образом, P можно представить выражением 3: $P = 1 + \frac{n!}{(n-1)!} + \dots + \frac{n!}{k!(n-k)!}; (3)$

Действительно, любая строка s удовлетворяет РВ $r = s$, что и описывает первое слагаемое выражения 3. Если заменить один любой символ S в строке s на некоторый метасимвол m , который удовлетворяет любому символу, то строка s может быть представлена $\frac{n!}{(n-1)!}$ количеством РВ, что

удовлетворяют второму слагаемому выражения 3 и т.д.

При использовании первого критерия останова требуется выполнить заведомо известное количество вычислительных операций, но генерация особей, которые будут получены после оптимального, приводит к пустой трате вычислительных ресурсов. Следовательно, можно ограничить размер популяции, по достижению которого работа ГА будет завершена, и из нее выбирать оптимальное РВ. Если же использовать второй вариант критерия останова, необходимо определить оптимальное значение k . Если k выбрать не оптимально большим, то будет перерасход вычислительных ресурсов, если же не оптимально малым, то возможно будет получено не оптимальное РВ. Проведем эксперимент, в рамках которого определим на каком шаге было

получено оптимальное РВ, в случае использования первого подхода. В ходе эксперимента для каждой ПП при помощи ГА сформируем множество РВ R , из которых получим множество РВ R' , которые ей удовлетворяют, и выберем оптимальное. Для оптимального РВ подсчитаем отношения O и O' :

$$O = N_o / N * 100%; (4)$$

$$O' = N'_o / N' * 100%; (5)$$

где N – размер множества R , N_o – номер оптимальной особи в R , N' – размер множества R' , N'_o – номер оптимальной особи в R' .

На рисунке 1 приведен график 1 и график 2, показывающие зависимость параметров O и O' соответственно, от размера ПП.

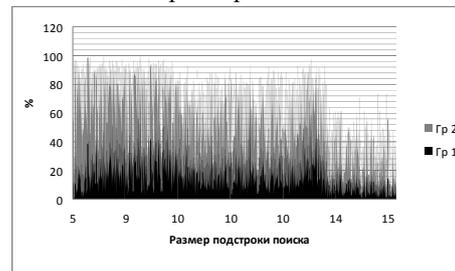


Рис. 1. Результат эксперимента 1

Среднее значения составили $O=13,44%$ и $O'=47,49$. При этом отношение количества полученных уникальных оптимальных РВ к количеству обработанных ПП составила 1,6%. Аналогично проведем эксперимента для второго подхода. Результаты представлены на рисунке 2.

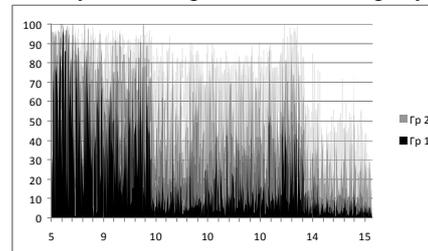


Рис. 2. Результат эксперимента 2

Среднее значения составили $O=20,36%$ и $O'=47,53$. При этом отношение количества полученных уникальных оптимальных РВ к количеству обработанных ПП составила 1,52%.

Литература

1. Дж. Льюис. Oracle. Основы стоимостной оптимизации. - СПб.: Питер, 2007.- 528с.
2. Мартин Грубер. Понимание SQL. /Пер. Лебедева В.Н. -М.: Лори, 1993.- 292 с.
3. Либман М.С. Ошибка оптимизатора при оценке кардинальности запросов с оператором Like / М.С. Либман// Научные технологии в приборостроении и машиностроении и развитие инновационной деятельности в вузе. 2009.
4. Фридл Дж. Регулярные выражения, 2-е издание. - Спб.: Питер, 2003.- 464 с.

СИНТЕЗ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО ФИЛЬТРА ПЛОСКИХ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН

Акцелов Е.О.

Томский политехнический университет
alex_d_gamer@sibmail.com

Введение

В настоящее время сейсмическая разведка является одним из важнейших видов геофизической разведки и включает совокупность методов исследований геологического строения земной коры, основанных на изучении распространения в ней искусственно возбужденных упругих волн.

Принципиальной основой обработки экспериментальных сейсморазведочных данных служит решение так называемых обратных задач, т.е. определение строения сейсмогеологической среды по наблюдениям возбужденных в ней упругих волн. Основной задачей при обработке сейсмических данных является выделение волн, которая затем используется для выполнения других задач (например, построение сейсмических площадок).

Сформулируем постановку задачи. Рассмотрим модель сейсмического поля. Чаще всего эту модель представляют как:

$$Y(t, \vec{\rho}) = S(t, \vec{\rho}) + P(t, \vec{\rho}),$$

где под $S(t, \vec{\rho})$ подразумевается полезная составляющая волнового поля, содержащая интересующую информацию, а $P(t, \vec{\rho})$ включает в себя помехи, t – временная координата, $\vec{\rho} = (x, y)$ – вектор пространственных координат.

В общем случае волны-помехи из $P(t, \vec{\rho})$ искажают волновую картину сейсмограммы вследствие их интерференции с полезными сигналами. Годограф – это зависимость времени пробега волны от координат точек возбуждения и наблюдения, для отраженных волн он характеризует глубину залегания горизонта. Задача выделения волн можно сформулировать следующим образом: построить фильтр, при прохождении сигнала через него помехи бы удалялись, а оставалась лишь полезная составляющая [1]. В рамках статьи ограничимся определением частотной характеристики этого фильтра. Пусть $S(t, x, y)$ представляет собой идеально-регулярную волну, форма и амплитуда которой на разных каналах одинаковы, а годограф $t(\vec{\rho}) = t_0 + \gamma_x x + \gamma_y y$ является линейным:

$$S(t, x, y) = a_0 S_0(t - t_0 - \gamma_x x - \gamma_y y). \quad (1)$$

Проведем анализ трехмерного спектра (1). Осуществляя преобразование Фурье для $S(t, x, y)$, получим $S(f_t, f_x, f_y)$:

$$S(f_t, f_x, f_y) = \int \int \int_{-\infty}^{\infty} a_0 S_0(t - t_0 - \gamma_x x - \gamma_y y) e^{-j2\pi f_t t} \times e^{-j2\pi f_x x} e^{-j2\pi f_y y} dt \times$$

С учетом $\int_{-\infty}^{\infty} S_0(t) e^{-j2\pi f_t t} dt = F(f_t)$ будем иметь:

$$S(f_t, f_x, f_y) = a_0 \int \int_{-\infty}^{\infty} S(f_t) e^{-j2\pi f_t (t_0 + \gamma_x x + \gamma_y y)} e^{-j2\pi f_x x} \times e^{-j2\pi f_y y} dy = a_0 \int \int_{-\infty}^{\infty} S(f_t) e^{-j2\pi f_t (t_0 + \gamma_x x + \gamma_y y) + f_x x + f_y y} dx dy =$$

$$= a_0 F_0(f_t) e^{-j2\pi f_t t_0} \delta(f_t \gamma_x + f_x) \delta(f_t \gamma_y + f_y).$$

Из выражения следует, что спектр волны, имеющей бесконечную протяженность и линейный годограф, сосредоточен на пересечении двух плоскостей: $f_x + f_t \gamma_x = 0$, $f_y + f_t \gamma_y = 0$. Это прямая, проходящая через центр координат частотной области, а угол наклона полностью определяется коэффициентами γ_x и γ_y (тангенсами углов наклона к соответствующим осям координат).

Канонический вид этой прямой будет выглядеть следующим образом:

$$f_t = -\frac{f_x}{\gamma_x} = -\frac{f_y}{\gamma_y}.$$

Одним из методов сейсморазведки является метод 3D ОГТ, заключающийся в сеточном наблюдении на поверхности земли, когда сейсмоприемники расставлены в виде регулярной сетки (рис.1.).

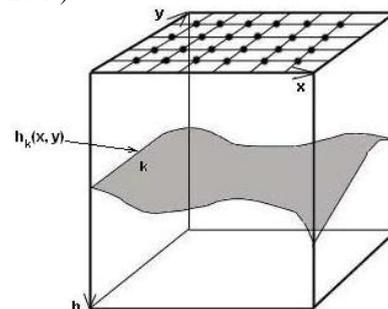


Рис. 1. Система наблюдений в методе 3D ОГТ где $h_k(x, y)$ – глубина залегания горизонта, от которого отразилась k-волна.

При использовании метода 3D ОГТ для регистрируемого в конечном количестве точек приема волнового поля трехмерный спектр с

учетом (2) $\hat{S}(t, x, y)$ запишется

$$\begin{aligned} \hat{S}(t, x, y) &= F \left\{ a_0 S_0(t - t_0 - \gamma_x x - \gamma_y y) \times \right. \\ &\times \left. \sum_{n=-N}^N \delta(x - n\Delta x) \sum_{k=-M}^M \delta(y - n\Delta y) \right\} = \\ &= a_0 F_0(f_t) e^{-j2\pi f_t t_0} \sum_{n=-N}^N e^{-j2\pi n\Delta x(f_x + \gamma_x f_t)} \times y \\ &\times \sum_{k=-M}^M e^{-j2\pi n\Delta y(f_y + \gamma_y f_t)} = \\ &= a_0 F_0(f_t) e^{-j2\pi f_t t_0} \frac{\sin(\pi\Delta x(2N+1)(f_x + \gamma_x f_t))}{\sin(\pi\Delta x(f_x + \gamma_x f_t))} \times \\ &\times \frac{\sin(\pi\Delta y(2M+1)(f_y + \gamma_y f_t))}{\sin(\pi\Delta y(f_y + \gamma_y f_t))} \end{aligned}$$

Рассмотрим функцию из последнего выражения $Z(\eta) = \frac{\text{Sin}[\pi\Delta x(2N+1)\eta]}{\text{Sin}[\pi\Delta x\eta]}$.

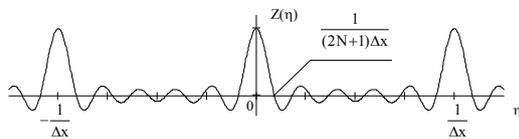


Рис.2. График функции Z(η)

$Z(\eta)$ является периодической функцией с периодом $1/\Delta x$, которая может при $(2N+1) \geq 13$ может быть аппроксимирована в виде (доказано в [2]):

$$Z(\eta) \approx \Delta x(2N+1) \sum_{k=-\infty}^{\infty} \text{Sinc} \left[\pi(2N+1)\Delta x \left(\eta - \frac{k}{\Delta x} \right) \right], \quad (2)$$

где $\text{Sinc}[u] = \frac{\sin u}{u}$ - функция отсчетов. При этом $Z(\eta)$ принимает максимальные значения при $\eta = k/\Delta x$. Аналогично и для другой пространственной переменной y . Следовательно, $\hat{S}(t, x, y)$ будет принимать максимальные значения при

$$\begin{aligned} f_x + \gamma_x f_t &= \frac{k}{\Delta x}, k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots \\ f_y + \gamma_y f_t &= \frac{m}{\Delta y}, m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots \end{aligned}$$

где k и m будут определять порядок дискретизации трехмерного спектра по пространственным частотам f_x и f_y соответственно. В итоге, если наложением спектров высших порядков можно пренебречь, то трехмерный спектр плоской идеально регулярной волны в области нулевого порядка дискретизации можно представить в виде:

$$\begin{aligned} \hat{S}(f_x, f_y, f_t) &= a_0 \Delta x \Delta y (2N+1)(2M+1) F_0(f_t) \times \\ &\times e^{-j2\pi f_t t_0} \text{Sinc}[\pi\Delta x(2N+1)(f_x + \gamma_x f_t)] \times \\ &\times \text{Sinc}[\pi\Delta y(2M+1)(f_y + \gamma_y f_t)]. \end{aligned} \quad (3)$$

При известной форме выделяемой волны $S_0(t)$ и известных свойствах помех можно синтезировать оптимальный фильтр выделения волны. Однако во многих практических приложениях форма волн заранее точно

неизвестна, а значит – неизвестны их спектры. Очевидно, в этих условиях, в соответствии с (3) можно реализовать только фильтр область пропускания которого наиболее полно согласована с направлением сосредоточения волны, а полосы пропускания по частотам f_x, f_y, f_t с параметрами этой волны. Определим частотную характеристику фильтра.

Если считать, что фильтрация проводится в области нулевого порядка дискретизации спектра, то частотная характеристика такого фильтра может быть представлена в виде:

$$H(f_x, f_y, f_t, \gamma_x, \gamma_y) = \text{rect} \left[\frac{f_x + \gamma_x f_t}{f_{x0}} \right] \text{rect} \left[\frac{f_y + \gamma_y f_t}{f_{y0}} \right] \text{rect} \left[\frac{f_t}{2f_{t0}} \right], \quad (4)$$

где $\text{rect} \left[\frac{u}{U} \right] = \begin{cases} 1, & |u| \leq U/2, \\ 0, & |u| > U/2. \end{cases}$ -прямоугольная функция; γ_x и γ_y –тангенсы углов наклона фильтра к соответствующим осям координат; f_{x0} –полоса пропускания фильтра по частоте f_x в любом сечении частоты f_t ; f_{y0} –полоса пропускания фильтра по частоте f_y в любом сечении частоты f_t ; f_{t0} –полоса пропускания фильтра по частоте f_t . На рис.3. представлен вид характеристики (3) в плоскости (f_x, f_t) .

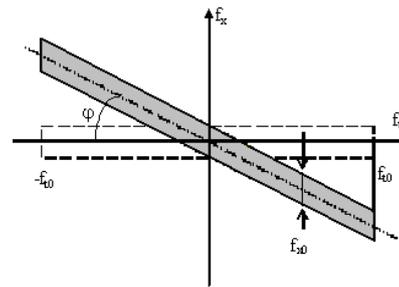


Рис. 3. Частотная характеристика фильтра. Как видно из рис.3 и выражения (3) полосы пропускания фильтра f_{x0} и f_{y0} должны быть постоянными для любых значений γ_x, γ_y и f_t . Для указанных определений параметров фильтра площадь области пропускания тоже не зависит от величин γ_x, γ_y .

Заключение

Исследование фильтра показало, что максимальное значение энергии выделяемой волны на выходе фильтра будет наблюдаться при $\Delta\gamma_x = \gamma_x - \gamma_s = 0, \Delta\gamma_y = \gamma_y - \gamma_s = 0$, т.е. когда фильтр точно направлен на волну $\gamma_x = \gamma_s, \gamma_y = \gamma_s$. Это позволяет использовать энергетический критерий для оценивания выделяемой волны с помощью фильтра.

Литература.

1. Бондарев, В. И. Сейсморазведка: Издательство УГУ, 2007.-700 с.
2. Папулис, А. Теория систем и преобразований в оптике: Издательство Мир, 1971.-495 с.

ПРИМЕНЕНИЕ КЛАСТЕРИЗАЦИИ, ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ИСКУССТВЕННЫХ ИММУННЫХ СЕТЕЙ

Белиц А.Б., Марамзина Н.С., Шутова Е.Н.
Вятский государственный университет
belkaw@mail.ru

Теория иммунной сети

Теория иммунной сети появилась в середине семидесятых [1]. В её основе лежит гипотеза: иммунная система поддерживает сеть связанных В-клеток для распознавания антигена. Эти ячейки и стимулируют и подавляют друг друга определёнными способами, для стабилизации сети. Две В-клетки связаны, если они достаточно похожи, и сила связи определяется их сходством.

В модели искусственной иммунной сети популяция В-клеток порождает две подпопуляции: исходная популяция и её точная копия. Начальный набор получается из подмножества опытных данных для создания В-клеточной сети. Антигены выбираются случайно из опытного набора и помещаются в область В-клеточной сети. Если связывание антигена прошло успешно, то В-клетка подвергается клонированию и мутации. Мутация порождает другой набор антител отличный от того, который был при процедуре классификации. Когда новая В-клетка была создана, делается попытка интегрировать её в сеть В-клеток, если новая клетка не может быть интегрирована, тогда она исключается из популяции. Если связывание не успешно, то В-клетка создается с использованием антигена как шаблона и после этого добавляется сеть.

В обновленной версии называемой AINE [2] используется искусственный шар опознавания представляющий собой какое-то количество похожих В-клеток (не одиночных). Это похоже на идею шара опознавания в иммунологии, который направляется в регион формы пространства антигена, который может быть опознан антителами. Он представляет собой отдельную n -размерную единицу, подобранную по Евклидову расстоянию до других антигенов или других шаров. Связь между двумя В-клетками создаётся, если дистанция между двумя шарами ниже порога сетевого взаимодействия между антигеном и антителом. Результат показывает, какая комбинация нормализованных стимулированных уровней искусственных шаров опознавания в сети и механизм распределения ресурсов лидирует по влиянию, оказанному на иммунную сеть, сильнейшим образцом из набора данных. На рисунке 1 представлена схема типичного алгоритма иммунной сети.

Кластеризации данных

Для нормального функционирования ИИС должна хранить большие объемы данных о текущем состоянии системы, обнаруженных вторжениях и её реакции на эти вторжения, тем более, что данные могут быстро изменяться.

Интерпретация таких огромных количеств данных невозможна без кластеризации данных [3].

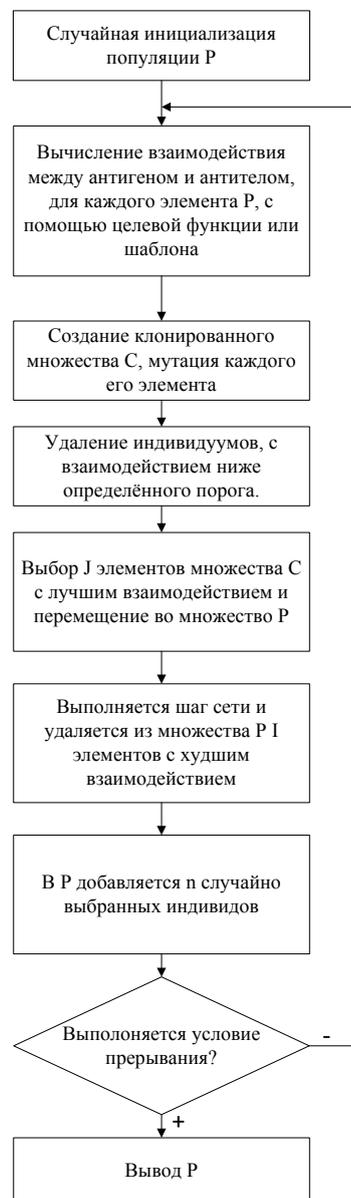


Рис. 1. Схема типичного алгоритма иммунной сети.

Кластеризация – это автоматическое разбиение элементов некоторого множества (объекты, данные, вектора характеристик) на группы (кластеры) по принципу схожести.

Она имеет большое практическое применение в информатике и других областях:

- Анализ данных (Data mining);
- Группировка и распознавание объектов;
- Извлечение и поиск информации.
- Это важная форма абстракции данных.

Это активно развивающаяся область теоретической информатики.

Вектор характеристик (объект) x – единица данных для алгоритма кластеризации. Обычно это элемент d -мерного пространства: $x = (x_1, \dots, x_d)$.

Характеристика (атрибут) x_i – скалярная компонента вектора x .

Размерность d – количество характеристик объекта x .

Множество объектов $X = \{x_1, \dots, x_n\}$ – набор входных данных. i -й объект из X определяется как $x_i = (x_{i,1}, \dots, x_{i,d})$. Часто X представляют в виде матрицы характеристик размера $n \times d$.

Кластер – подмножество «близких друг к другу» объектов из X .

Расстояние $d(x_i, x_j)$ между объектами x_i и x_j – результат применения выбранной метрики (или квази-метрики) в пространстве характеристик.

Цель кластеризации – построить оптимальное разбиение объектов на группы:

- разбить N объектов на k кластеров;
- просто разбить N объектов на кластеры.

Оптимальность может быть определена как требование минимизации среднеквадратической ошибки разбиения:

$$e^2(X, L) = \sum_{j=1}^K \sum_{i=1}^{n_j} \|x_i^{(j)} - c_j\|^2$$

Общая схема кластеризации

- Выделение характеристик.
2. Выбор свойств, характеризующих объекты:
 - количественные характеристики (координаты, интервалы...);
 - качественные характеристики (цвет, статус, воинское звание...).
 2. Уменьшение размерности пространства, нормализация характеристик.
 3. Представление объектов в виде характеристических векторов.

Определение метрики.

- Метрика выбирается в зависимости от:
- пространства, где расположены объекты;
 - неявных характеристик кластеров.

Если все координаты объекта непрерывны и вещественны, а кластеры должны представлять собой нечто вроде гиперсфер, то используется классическая метрика Евклида (на самом деле, чаще всего так и есть):

$$d_2(x_i, x_j) = \left(\sum_{k=1}^d (x_{i,k} - x_{j,k})^2 \right)^{1/2} = \|x_i - x_j\|_2$$

Разбиение объектов на группы.
 Представление результатов.
 Для разрабатываемой иммунной системы был выбран алгоритм k-Means[4].

Применение кластеризации для модели ИИС

Мы определяем внешние взаимодействия как те, которые встречаются между антигеном (внешний агент) и В-клеткой в иммунной сети. Мы определяем внутренние взаимодействия как те, которые происходят между одной В-клеткой и всем другим В-клетками в иммунной сети. Отметим, что число возможных взаимодействий огромное, и это - уязвимое место всех существующих иммунных сетей, основанных на обучающих методах. Предположим, что иммунная сеть сжата в группы В-клеток при использование линейного по сложности подхода, такого как метод К. Тогда иммунная сеть может быть разделена на несколько подсетей, которые формируют уменьшенное представление всей сети. Для глобальных взаимодействий низкого уровня, таких как те между В-клетками, которые совсем различны, уместны только взаимодействия между подсетями. Для взаимодействия более высокого уровня, таких как между подобными В-клетками, мы можем попасть в соответствующую подсети и позволить себе рассмотреть все взаимодействия внутри подсети. Точно так же внешние взаимодействия могут быть сжаты, путем рассмотрения взаимодействия между антигеном и подсетями вместо всех В-клеток в иммунной сети. Отметим, что центральная точка В-клеток в данной подсети/группе используется, чтобы суммировать эту подсеть, и следовательно вычислить значение расстояния, которое используются во внутренних и внешних взаимодействия. Это стратегия деления и подчинения, может оказать существенное влияние на число взаимодействий, которое должно быть обработано в иммунной сети.

Применение методов кластеризации для иммунных сетей позволяет значительно сократить время, обработки иммунной сетью различных объектов.

Литература

1. N.K. Jerne, Towards a network theory of the immune system. Ann. Immunol. (Inst. Pasteur), 125C, pp. 373–389, 1974
2. J. Timmis, M. Neal, and J. Hunt, “An Artificial Immune System for Data Analysis,” In the Proceedings of the International Workshop on Intelligent Processing in Cells and Tissues (IPCAT), 1999.
3. Exploiting the analogy between immunology and sparse distributed memories. Ann. Immunol. (Inst. Pasteur), 125C, pp. 121–189, 2004.
4. Data Clustering: A Review A.K. JAIN Michigan State University, M.N. MURTY Indian Institute of Science P.J. FLYNN The Ohio State University.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА БИОЛОГИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ

Гидуримова Д.А., Хазамова М.А., Исмаилов Т.А.,
Дагестанский государственный технический университет
glamurios@mail.ru

В современной медицинской практике широкое распространение получили физиотерапевтические методы воздействия на организм человека. Составной частью физиотерапии является воздействие на биологически активные точки организма с целью лечения и оздоровления. Эти методы могут быть как естественными (природными): климат, солнце, воздух, вода, так искусственно созданными - температурное воздействие физических агентов, получаемых с помощью специальных аппаратов и устройств.

Использование тепла или холода даже на ограниченные участки тела сопровождается реакцией всего организма, изменением деятельности почти всех органов и систем. Поэтому, варьируя параметры и локализацию воздействия, можно с помощью тепловых и холодных процедур оказывать целенаправленное влияние как на жизнедеятельность всего организма и отдельных тканей, так и на течение в них разнообразных патологических процессов. Этим и определяются довольно широкие показания для теплового воздействия на рефлексогенные зоны, топографически локализованные в определенных областях [1].

В научно-исследовательской лаборатории полупроводниковых термоэлектрических приборов и устройств Дагестанского государственного технического университета разработано термоэлектрическое полупроводниковое устройство для теплового воздействия на биологические ткани человеческого организма. Прибор представляет собой цилиндрический радиатор, содержащий термоэлектрические модули, первые спаи которых сопряжены с тепловыравнивающей металлической пластиной, а вторые спаи снабжены жидкостным теплообменником, имеющим штуцера для входа-выхода воды. На поверхности тепловыравнивающей пластины расположен датчик температуры. Данный прибор обеспечивает контрастное воздействие на рефлексогенные зоны человеческого организма.

Для эффективного воздействия на эти области требуется точная локализация теплового потока по поверхности исследуемого участка. Поэтому при разработке соответствующего устройства необходимо исследуют двумерную плоскую задачу теплопроводности.

Для такой системы математическая формулировка задачи расчета теплового поля имеет следующий вид:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a \left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 T}{\partial \varphi^2} \right) + \frac{1}{c \cdot \rho} P(r, \varphi) \quad (1)$$

с граничными условиями

$$\begin{aligned} T|_{r=0} &= T_0 = 310^0 K \\ \frac{\partial T}{\partial r} \Big|_{r=0, \varphi=0} &= 0 \\ \frac{\partial T}{\partial \varphi} \Big|_{r=0, \varphi=0} &= 0 \\ T \Big|_{r=R, 0 \leq \varphi \leq 2\pi} &= T_0, \end{aligned} \quad (2)$$

где T - температура биологической ткани; a - коэффициент температуропроводности биологической ткани; $q_{\text{вн}}$ - объемная плотность тепловыделений биологического объекта; $Q_{\text{ТЭБ}}$ - мощность на внутренних спаих ТЭБ; c - теплоемкость биологической ткани; ρ - плотность биологической ткани; r_1 - радиус зоны воздействия; R - радиус рассматриваемого участка биологической ткани (влияние источника холода (тепла) при $r = R$ на температуру биологической ткани пренебрежимо мало).

Для решения данной задачи используется численный метод конечных элементов [2], общее решение в котором осуществляется в следующей последовательности. Вводится конечно-элементное представление

$$\tilde{\varphi}(\psi, r, \tau) = \tilde{\varphi}_0(z, r, \tau) + \sum_{j=1}^J N_j(\psi, r) \varphi_j(\tau), \quad j = 1, 2, \dots, J \quad (3)$$

где чертой сверху обозначено приближенное решение; J - суммарное число узловых точек; $\tilde{\varphi}_0(\psi, r, \tau)$ выбирается так, чтобы точно удовлетворялись начальные и граничные условия; функция $N_j(\psi, r)$ - пробная функция; коэффициент $\varphi_j(\tau)$ - неизвестны и определяются из системы уравнений, получаемых из исходного уравнения. Исходное уравнение (3) можно записать в символьном виде

$$L(T) = 0, \quad (4)$$

Таким образом, можно записать

$$L(T) = R,$$

где величина R - невязка уравнения.

Для определения коэффициентов $\varphi_j(\tau)$ используется система уравнений Галеркина:

$$\int_D N_m(\psi, r) R(\psi, r, \tau) d\psi dr = 0, \quad m = 1, \dots, J \quad (5)$$

Для поиска решения стационарной задачи использованы изопараметрические элементы треугольной формы. Приближенное решение в данном случае может быть представлено в виде:

$$\begin{aligned} \tilde{\varphi}(\psi, r) &= \varphi_a N_a(\zeta, \eta) + \varphi_b N_b(\zeta, \eta) + \varphi_c N_c(\zeta, \eta), & \text{если } \psi, r \in e_{abc}, \\ \tilde{\varphi}(\psi, r) &= \varphi_d N_d(\zeta, \eta) + \varphi_e N_e(\zeta, \eta) + \varphi_f N_f(\zeta, \eta), & \text{если } \psi, r \in e_{def}, \end{aligned}$$

где базисные функции $N_i(\zeta, \eta)$ определяются как

$$\begin{aligned} N_a(\zeta, \eta) &= 1 - \zeta, & N_b(\zeta, \eta) &= \zeta - \eta, & N_c(\zeta, \eta) &= \eta, \\ N_d(\zeta, \eta) &= 1 - \eta, & N_f(\zeta, \eta) &= \eta - \zeta, & N_e(\zeta, \eta) &= \zeta. \end{aligned}$$

Выбирая для уменьшения невязки функцию $R(\psi, r)$ ортогональной ко всем базисным функциям $N_j(\psi, r)$, и учитывая, что они обладают локальным носителем только на элементах, расположенных вокруг точки сетки j , имеем:

$$(R, N_j) = K_A + K_B + K_C + K_D + K_E + K_F,$$

где

$$K_p = \iint_{e_p} \left(\frac{\partial \tilde{\varphi}}{\partial \psi} \frac{\partial N_j}{\partial \psi} + \frac{\partial \tilde{\varphi}}{\partial r} \frac{\partial N_j}{\partial r} + 2N_j \right) d\psi dr, \quad p = A, B, C, D, E, F.$$

На основе решения системы уравнений (1), (2) численным методом получены картины распределения температуры по объему биологической ткани при локальном охлаждении и нагреве, распределение температуры ткани и теплового потока вдоль радиуса рассматриваемого участка также для случаев локального нагрева и охлаждения (рис. 1 и рис. 2). Расчеты проводились при следующих исходных данных: $\lambda - 0,389$ Вт/(м·К); $c - 3600$ Дж/(кг·К); $\rho - 1093$ кг/м³, $\Gamma_1 = 0,04$ м.

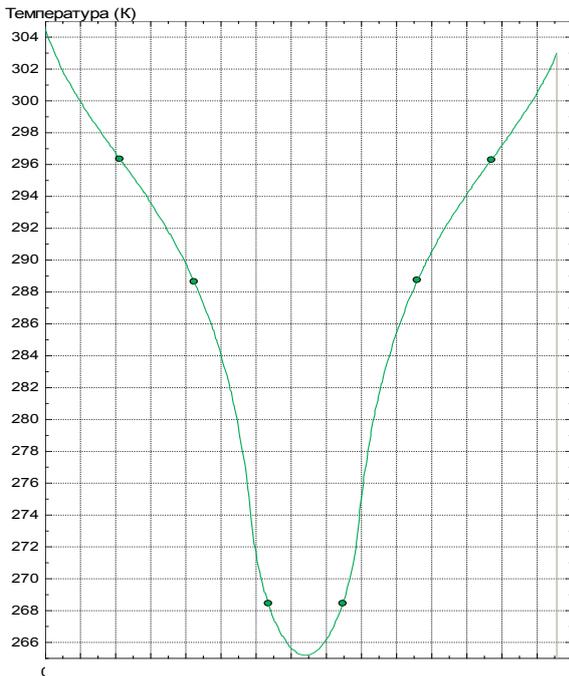


Рис. 1. Распределение температуры ткани по диаметру рассматриваемого участка при локальном охлаждении

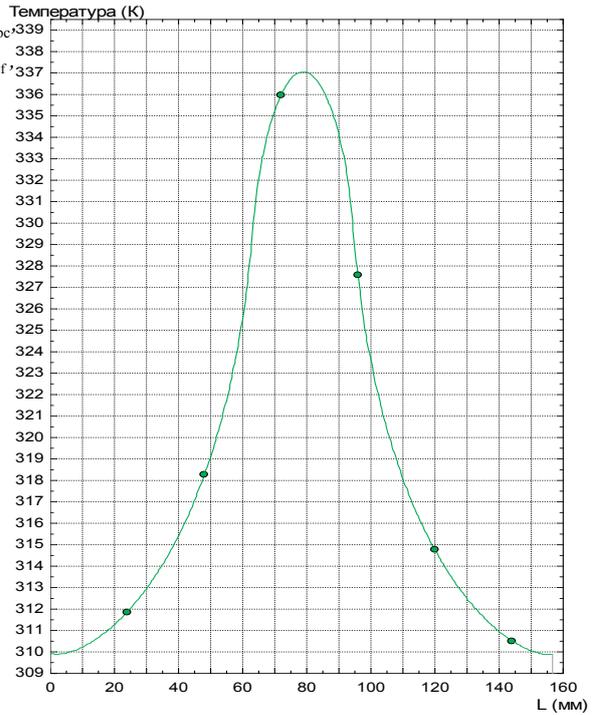


Рис. 2. Распределение температуры ткани по диаметру рассматриваемого участка при локальном нагреве

Согласно приведенным расчетным данным можно сделать вывод о достаточно хорошей локализации теплового потока в рефлексогенных зонах. Так, для случая охлаждения разность температур в точках на крайней границе зоны воздействия и на расстоянии от этой зоны 0,5 см составляет 14К, а для случая нагрева – 12К, соответственно изменение теплового потока 500 Вт/м² для случая охлаждения и 400 Вт/м² - для случая нагрева. Таким образом, полученные данные доказывают достаточную эффективность проведения процедур данным термоэлектрическим устройством в смысле соблюдения температурного режима воздействия на рефлексогенные зоны человеческого организма и четкого распределения температуры на поверхности биологической ткани.

Литература

- Гапоток П.Я., Клименко Л.М., Левин В.Н. Акупунктурная (рефлекторно-пунктурная) терапия. Ярославль. 1983
- Ши Д. Численные методы в задачах теплообмена. Пер. с англ. М.: Мир, 1988.

КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ СООТНОШЕНИЙ В БЕРНСАЙДОВЫХ ГРУППАХ

Кузнецов А.А., Шлепкин А.А.

Сибирский Федеральный Университет

Сибирский государственный аэрокосмический университет

shlyopkin@mail.ru

Введение

В математике за последние десятилетия появилось новое направление - компьютерное доказательство теорем.

Первым примером крупной математической теоремы, для доказательства которой был применен компьютер, стала теорема о четырех красках, доказанная в 1976 году К. Appelом и У. Хакеном [1,2]. Указанное направление существенно использует методы информатики и вычислительной техники.

Одним из важных и интересных направлений в этой области является вычислительная теория групп (computational group theory).

Объектом исследования данного направления являются алгебраические системы с одной бинарной операцией (группоиды, моноиды, группы, полугруппы и т.д.) [3].

К важнейшему классу вычислительной теории групп относится бернсайдова проблематика.

Проблема Бернсайда о периодических группах фиксированного периода была поставлена английским математиком У. Бернсайдом в 1902 году [4] в следующей форме:

Пусть G группа порожденная m элементами в которой каждый элемент в степени n равен единичному элементу группы. Будет ли такая группа конечной?

В последствии эти группы получили название свободных бернсайдовых групп и обозначение $V(m,n)$.

Перечислим известные к настоящему времени результаты по данным группам. $V(m,n)$ конечна для $n=2$ (тривиальный случай), $n=3$ (У. Бернсайд, 1902 [4]), $n=4$ ($m=2$ Бернсайд, 1902 [4]), для $m>2$ – И. Н. Санов, 1940 [5]), $n=6$ (М. Холл, 1958 [6]). $V(m,n)$ – бесконечна для нечетных $n > 665$ (С.И. Адян, П. С. Новиков, 1975 [7]); для достаточно больших четных n (С.В. Иванов, 1994 [8] И.Г. Лысенко 1996 [9]). Для других же показателей, наименьший из которых $n=5$, вопрос о конечности остается открытым.

В 1950 году В. Магнусом была сформулирована еще одна проблема, известная как «ослабленная проблема Бернсайда». В ней требовалось выяснить: существует ли максимальная конечная периодическая группа $V_0(m,n)$ с данным числом порождающих элементов m и фиксированным периодом n .

Связь ослабленной проблемы с основной проблемой сводится к тому, что если бы не существовало бесконечных периодических групп, то $V(m,n)$ и была бы максимальной конечной периодической группой при этих m и n .

Первый результат по ослабленной проблеме был получен в 1955 году А.И. Кострикиным: было установлено существование группы $V_0(2,5)$ [10]. Затем $V_0(m,5)$ -1956 году, и $V_0(m,p)$ - 1958 году.

Окончательное положительное решение ослабленной проблемы Бернсайда было получено Е.И. Зельмановым в 1991 году.

Компьютерный эксперимент в рамках бернсайдовской проблематике внушительен.

Большинство работ в этом направлении используют комбинаторно-перечислительные методы в коммутаторном исчислении, базирующиеся на конструкциях алгебры Ли.

Например, Хавас Г., Уолл Г., Вэмсли Ж., основываясь на результатах А.И. Кострикина, при помощи компьютерных вычислений получили точное значение порядка $V_0(2,5)$ равное 5^{34} .

Обрайн Е. и Ли В. получили при помощи компьютерных вычислений точное значение порядка $V_0(2,7)$ равное 7^{20416} .

Доказательство данного результата заняло около года непрерывного машинного счета.

Среди отечественных исследователей следует отметить А.И. Скопина и его учеников, внесших значительный вклад в развитие вычислительной теории групп.

Однако вопрос о конечности бернсайдовых групп для показателей 5,7,8... 664 до сих пор не решен. Наибольший интерес представляют двупорожденная группа периода пять (группа $V(2,5)$).

Поскольку эта группа имеет наименьший показатель и наименьшее число порождающих элементов в сравнении с другими бернсайдовыми группами, конечность которых не определена.

Кроме этого, достаточно хорошо изучена структура группы $V_0(2,5)$, и если $V(2,5)$ конечна, то эти группы изоморфны.

Особую интригу придает тот факт, что при показателях $n=4$ и $n=6$ бернсайдовы группы конечны.

В связи с чем, представляется актуальным создание новых методов, алгоритмов и программ для решения проблем бернсайдовского типа.

Компьютерный анализ соотношений в группах $V_0(2,5)$ и $V(2,5)$

Используя алгоритм из [11], на основе компьютерных вычислений получен список всех соотношений, до длины 34 включительно (в терминах минимальных слов) в $V_0(2,5)$, не выполнение хотя бы одного из которых в $V(2,5)$ влечет бесконечность последней. Приведем начальный фрагмент этого списка:

122121121221121212211212212112 = 21212112211221212122112212121
 121212211221121212211221121212 = 21122121212212121122121121221
 122112212121122112212121222111 = 2121122121121221121212211212212
 1112222121212211221121212211221 = 2122121122121211221211212211212
 12121221121212211212212122121 = 222111121212112211221212122112
 121221121221211221212112212121 = 211221121212211221121212111222
 112221121211222112121112211212 = 212111221112121122211212122211
 1121211222112121112211121211122 = 221112121112211121211222112121
 12212112121212111221112221112112 = 211211122211112112122212121221
 1122212122211222121221112212122 = 2212122111221212221122212122211
 12211121212111221212122121212 = 21121221211212211121212111221
 1212221122212122111221212211122 = 2211122121221112212122211222121
 12211222121111211222122212112 = 212111121212211221121212112111211
 112111212221211121121212111221 = 211112121121221112212121112112
 11112121211221122121211221121111 = 221211212211212221121221212212
 112111212222122211221222112121 = 211121121112111212121212112212
 1111211221121212211221121212111 = 21221121221211221212112212122
 121212221221122221222121112121 = 21221121121211212111211212112
 1221112121212111211211221211211 = 21121112121221112211212121112
 1112111212112112211221212111212 = 2111212222122221121112122211221
 11112222122112212121122112212121 = 211221211212211212211212212112
 1212122112212121122121212211212 = 211212211212212112211212211221
 12122112122121221212212121212 = 21122112121221122121122121221
 122121121221121212211212211221 = 212121122112212121221121112222
 12122121212211221211221212212 = 2112121221212112121221122121221
 122112122112212121121212212121 = 211221121221122112122112122121
 122112212112122121121221212212 = 211221121221211212212112211221
 122121211212212121221122121212 = 21121221122121121221211221121221
 122121211212122121212211221212 = 212112212112211212211212211221
 112112112122221221122121212212 = 2121121221121212211212212122121
 12211221122112211221121221212 = 21122112122112212112122121221
 122121122112122112211221212212 = 211212212112122121122112211221
 1211112222122112122112211212212 = 212112122121211212212112121221
 121221211221122112211221121212 = 21121212212121121221212121221

Здесь, 1 и 2 образующие элементы $V(2,5)$ и $V_0(2,5)$. Рассмотрим первое соотношение из этого списка.

122121121221121212211212212112 = 212121122112212121122112212121

Положим $x=12, y=21$ тогда наше соотношение примет вид

$$xuxxuxxxuxxuxx = uuxxuxuuuxuxuu.$$

Используя компьютерные вычисления, показывается, что указанное соотношение не выполняется ни в $V(2,5)$ ни в $V_0(2,5)$.

Отсюда вытекает, в предположении что $V(2,5)$ бесконечная группа,

Теорема. Имеет место одно из следующих двух утверждений:

1. *Существуют неизоморфные бесконечные двупорожденные группы периода пять.*
2. *Группа $V(2,5)$ содержит нециклические конечные подгруппы.*

До настоящего времени ответ на каждое из отдельности взятых утверждений теоремы не известен.

Заключение

В ближайшее будущее планируется продолжить исследование списка соотношений свободной двупорожденной бернсайдовой группы периода пять с использованием компьютерных вычислений.

В данном исследовании используется суперкомпьютер ИКИТ СФУ. В составе комплекса находятся 224 вычислительных узла IBM Blade HS21.

Каждый узел включает в себя 4 Gb оперативной памяти и два четырехядерных процессора Xeon quad core 2.33 GHz; два высокопроизводительных узла IBM System X 3950, объединенные в одну вычислительную систему по четыре четырехядерных процессора и 16 Gb оперативной памяти в каждом узле.

Литература

1. Appel K., Haken W. Every planar map is four colorable. Part I, Discharging // Illinois J. Math. 1977. № 21. P. 429-490.
2. Appel K. Haken W. Every planar map is four colorable. Part II, Reducibility // Illinois J. Math. 1977. № 21. P. 490-567.
3. Курош А.Г. Теория групп. СПб.: Лань, 2005. 648 с.
4. Burnside W. On an unsettled question in the theory of distonctinupns groups // J. Pure Appl. Math. 1902. № 33. P. 393-399.
5. Санов И.Н. Решение проблемы Бернсайда для периода 4 // Учен. записки ЛГУ. Сер. Матем. № 10. с. 166-170.
6. Hall M., Jr. Solution of the Burnside problem for exponent six, III// J. Math. 1958. № 2. P. 764-786.
7. Адян С.И. Проблема Бернсайда и тождества в группах. М.: Наука. 1975. 335 с.
8. Ivanov S.V. The free Burnside groups of sufficiently large exponents // Int. J. Algebra and C omputation. 1994 № 4.
9. Лысенко И. Г. Бесконечные бернсайдовы группы четного периода // Изв. РАН. Сер. Матем. 1996. 60 (3) . с. 3-224
10. Кострикин А.И. Решение ослабленной проблемы бернсайда для показателя 5 // Изв. АН СССР. Сер. Матем. 1955. т. 19, № 3. Кузнецов А.А. Шлепкин А.К. Сравнительный анализ бернсайдовых групп $V_0(2,5)$ и $V(2,5)$. Труды института математики и механики УрО РАН. 2009 Том. 15, №2 . С. 19-23.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДОСТИЖЕНИЙ АБИТУРИЕНТОВ В СТУДЕНЧЕСКОЙ ЖИЗНИ

Бабичева Н.Б., Ляховец М.В.,

Сибирский государственный индустриальный университет
yiriko@mail.ru

С 2009 года все высшие учебные заведения полностью переходят на единый государственный экзамен (ЕГЭ) как безальтернативную форму вступительных испытаний [1], что в совокупности с прогнозируемой демографической «ямой» может привести к потере провинциальными вузами весомой доли абитуриентов, которые предпочитают поступление как в головные, так и в различные филиалы центральных вузов. Тем более, результаты единого государственного экзамена только опосредовано (и не всегда адекватно) отражают тот огромный пласт достижений абитуриента, который был сформирован им в рамках довузовской подготовки [2]. И эта ситуация характерна именно для ЕГЭ – в тестологии различают тесты достижений (например, ЕГЭ) и тесты способностей (например, Независимое тестирование в Украине) [3]. Представленные в качестве примеров виды тестов решают противоречащие друг другу задачи: для оценки работы школ требуются тесты достижений; выбор людей для дальнейшего обучения должен основываться на тестах способностей. Таким образом, необходимо реорганизовать подход к учёту результатов, как самих вступительных испытаний, так и всей довузовской подготовки абитуриентов.

Технический университет производит подготовку специалистов для различных сфер деятельности человека. Такая разносторонняя направленность должна учитываться при выборе количественной оценки тех или иных показателей рейтинга. Так же, на текущий момент возникает необходимость спрогнозировать сценарии последующих достижений абитуриентов после зачисления в вуз. То есть сформировать среднесрочный прогноз на 2 года, который на основе данных о довузовской подготовке спрогнозирует наиболее оптимальный вариант обучения и развития абитуриента. На основе полученного прогноза абитуриент сможет выбрать специальность, которая с большей долей вероятности будет способствовать дальнейшему гармоничному развитию абитуриента в студенческой жизни. Для составления модели, описывающей процесс обучения в вузе в течение первых двух лет, используем методы имитационного моделирования [4]. Входными данными будут требования специальности к уровню знаний и навыков абитуриента (например, графические навыки необходимы для обучения на специальности «Проектирование зданий»), результаты рейтинговой оценки абитуриентов, оценивающие учебный, научный, творческий и спортивный потенциалы, а так же список планируемых мероприятий, входящих в учебный

процесс. На рисунке 1 представлена схема метода имитационного моделирования применительно к специальности «Проектирование зданий».



Рис. 1. - Обобщенная схема имитационного моделирования для специальности «Проектирование зданий»

Доминирующей составляющей вектора входных параметров должна являться рейтинговая оценка достижений и способностей абитуриента. Рейтинг абитуриента разработан для активизации учебной, научной и общественной деятельности выпускников средних общеобразовательных учреждений в период довузовской подготовки, поддержки и развития творческих инициатив и способностей, а также для привлечения молодёжи с активной гражданской позицией в вуз [5].

Уровень готовности к освоению программ высшего профессионального образования поступающего определяется по его итоговому рейтингу, который аддитивно учитывает учебный, научный, творческий и спортивный потенциалы абитуриента:

- *Учебный потенциал* абитуриента определяется: участием в разнообразных олимпиадах различного уровня; участием в ЕГЭ и в его репетиционной версии; средним баллом аттестата и наличием медали.
- *Научный потенциал* абитуриента определяется: участием в конференциях различного уровня; количеством опубликованных научных работ; наличием патентов на изобретения и полезную модель, а также наличием свидетельств на программы для ЭВМ и базы данных.
- *Творческий и спортивный потенциалы* абитуриента определяется: участием в творческих и спортивных мероприятиях различного уровня и наличием наград и знаков отличия, как за творческие, так и спортивные достижения.

Итоговая рейтинговая оценка определяется агрегированием значений каждого критерия, с учетом коэффициентов значимости, учитывающих степень вклада каждого критерия в обобщенный рейтинговый показатель и уровень олимпиад, соревнований, конференций и других мероприятий, в которых участвовал абитуриент. Весовые коэффициенты определяются приёмной комиссией до начала активной приемной кампании для каждой специальности (направления подготовки) отдельно.

Имитационное моделирование позволяет описать сложные нелинейные взаимодействия в образовательном процессе. С его помощью можно оценить последствия реализации различных сценариев, смоделировать поведение абитуриента в период обучения. Таким образом, имитационная модель является динамической моделью в том смысле, учитывающей период обучения на 1 и 2 курсах вуза будущего студента, когда рассчитывается серия вариантов развития абитуриента. Необходимо отметить, что имитационная модель должна иметь адаптивную структуру, так как должна совершенствоваться и уточняться в процессе использования,

подстраиваясь к постоянно изменяемым условиям функционирования.

В имитационных расчетах изучаемые характеристики абитуриента, а так же процессы обучения в вузе (участие в учебном процессе, внутривузовских олимпиадах, конференциях, творческих и спортивных мероприятий за учитываемый отрезок времени) описываются в виде разностных соотношений математической модели, отражающей динамику развития этих процессов. Математическое описание модели разрабатывается на основе использования существующих математических методов в сочетании с интуитивным моделированием и реализуется в виде программы для ЭВМ, с помощью которой и проводятся серии экспериментов. Варианты сценариев расчетов формируются путем вариативного изменения значений входных показателей с учетом вероятностного подхода к факту возникновения того или иного события в жизни студента (статистическое моделирование с использованием аппарата нелинейной логики). На рисунке 2 представлена общая схема функционирования метода имитационного моделирования.



Рис. 2. Общая схема функционирования метода имитационного моделирования

Таким образом, данная модель может быть использована как абитуриентами в целях ранней профессиональной диагностики и формирования траектории развития на довузовском этапе для достижения поставленных целей, так и администрацией вузов в целях адекватного оценивания достижений и способностей абитуриентов и адаптивного изменения учебного процесса и внеучебной работы для достижения максимального качества образования.

В дальнейшем планируется возможность долгосрочного прогноза на срок от 5 лет. Целью долгосрочного прогнозирования будет как прогнозная оценка достижений абитуриента на протяжении всего периода обучения в вузе и нескольких следующих лет трудовой практики.

Литература

1. Опыт работы приемной комиссии вуза в условиях единого государственного экзамена:

Информационно-методические материалы – М.: Национальный институт бизнеса, 2006. – 325 с.

2. Милкус А., Токарева Д. Кошмар ЕГЭ-2009 // Ученый совет, 10/2009, стр. 44-46.

3. Шабанов Д., «Пройдет и это...» //Компьютерра, № 43 (807) 2009, стр. 20.

4. Луценко Е.В. Теоретические основы и технология адаптивного семантического анализа в поддержке принятия решений (на примере универсальной автоматизированной системы распознавания образов "ЭЙДОС-5.1"). - Краснодар: КЮИ МВД РФ, 1996. - 280с.

Информационная система приёма абитуриентов с учётом рейтинговых оценок: Системные проблемы надёжности, качества, математического моделирования, информационных и электронных технологий в инновационных проектах (Инноватика-2007) / Материалы Международной конференции и Российской научной школы. Часть 3. – М.: Энергоатомиздат, 2007, С. 69-71.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИЧИННОЙ ЗАВИСИМОСТИ СЛОВ ЛИТЕРАТУРНЫХ ПРОИЗВЕДЕНИЙ

Морозенко Е.В.

Омский государственный технический университет
morozenkov@ Rambler.ru

В работе представлены, введенные в [1] и [2], характеристики зависимости пары однородных цепей (j -ой и l -ой), взятых из состава данной неоднородной цепи. Также, приведены вычисленные значения одного из данных коэффициентов для некоторых слов в составе литературных произведений.

На представленной ниже диаграмме выделена в полной неоднородной цепи «бинарно-однородная» цепь (далее бинарная), в состав которой включены только те пары разных знаков j и l сравниваемых однородных цепей, которые определяются знаками l , «ближайшими справа» относительно знаков j . Предполагается, что наличие бинарной цепи свидетельствует о такой причинно-следственной связи цепей, при которой хотя бы некоторые элементы (следствия) l -ой цепи расположены вслед за событиями (причинами) j -ой цепи на определенных интервалах. Применительно к реальным текстам закрашенные по-разному элементы представляют разные слова. Пространственная связь такого типа названа «**причинной зависимостью**» событий одной l -ой цепи от другой j -ой цепи.

Обозначим: $\Delta(l/j)_i$ – интервал между i -ми ближайшими справа знаками l по отношению к знакам j ; $n(l/j)$ – число пар знаков j и l , связанных интервалами $\Delta(l/j)_i$. На диаграмме: $\Delta(l/j)_1 = \Delta(l/j)_3 = 1$; $\Delta(l/j)_2 = 2$; $\Delta(l/j)_4 = 3$. Среднее геометрическое значение всех $n(l/j)$ установленных интервалов (бинарной цепи) $\Delta(l/j)_i$ между «смежными» элементами двух однородных цепей определено в

$$\text{виде } \Delta(l/j)_{cp} = \sqrt[n(l/j)]{\prod_{i=1}^{n(l/j)} \Delta(l/j)_i}.$$

Интервалы только между теми знаками выделенной однородной цепи l , которые являются «ближайшими справа» относительно знаков цепи j , обозначены $\Delta(l/j)_i$. В примере: $\Delta(l/j)_1 = 9$; $\Delta(l/j)_2 = 2$; $\Delta(l/j)_3 = 4$; $\Delta(l/j)_4 = 1$. Среднее геометрическое значение интервалов $\Delta(l/j)_i$ между выделенными элементами l_j в данной однородной цепи

$$\text{определено в виде } \Delta(l_j)_{cp} = \sqrt[n(l/j)]{\prod_{i=1}^{n(l/j)} \Delta(l/j)_i}.$$

При условии $\Delta(l_j)_{cp} > \Delta(l/j)_{cp}$, разность вида

$$v(l_j) = \left(1 - \frac{\Delta(l/j)_{cp}}{\Delta(l_j)_{cp}} \right)$$

представляет «избыточность» l -ой цепи, зависимой от j -ой. Некоторые элементы такой цепи «связаны справа» с элементами j -ой цепи. В противном случае, при $\Delta(l_j)_{cp} \leq \Delta(l/j)_{cp}$, данная разность свидетельствует об отсутствии избыточности. На основе отмеченного в [1] введен **коэффициент частичной зависимости** l -ой однородной цепи (от j -ой цепи) в виде

$$K_1(l/j) = (n(l/j)/n_l) \cdot v(l_j).$$

Отметим, что соотношение $n(l/j)/n_l$ представляет собой **условную вероятность события**, состоящего в появления пары знаков l и j , связанных причинной зависимостью, от появления знаков цепи l .

Если все элементы l -ой цепи связаны интервалами $\Delta(l/j)_i$ с элементами j -ой однородной цепи $n(l/j) = n_l$, то оценка частичной зависимости становится оценкой **полной зависимости** и определяется в виде $K_1(l/j) = v(l_j)$. Если, кроме отмеченного, числа выделенных элементов сравниваемых однородных цепей равны $n_l = n_j$, то такие цепи считаются полностью **взаимозависимыми**. Причинная зависимость названа **установленной, определенной** или **закономерной**, если размеры всех интервалов $\Delta(l/j)_i$ бинарной цепи задаются определенным операционным преобразованием. В противном случае отмечается **неопределенная причинная зависимость**.

Частный случай определенной зависимости назван **фиксированной причинной зависимостью**.

При этом «следование за» в бинарной цепи представлено равными интервалами $\Delta(l/j)_i = \Delta(l/j)_{cp} = const, i = 1, 2, \dots, n(l/j)$. Предельный случай определенной зависимости назван **непосредственной причинной зависимостью**; при этом бинарная цепь задается единичными интервалами $\Delta(l/j)_i = 1, i = 1, 2, \dots, n(l/j)$. Степень зависимости одной цепи от другой, с учетом «полноты её участия» в составе обеих однородных цепей определена в виде $K_2(l/j) = \frac{2n(l/j)}{n_j + n_l} \cdot v(l_j)$. Если

не требуется учитывать индивидуальную зависимость l -ой цепи от j -ой, то вычисляется (средний) коэффициент взаимной зависимости в виде $K_3(j, l) = \sqrt{K_2(l/j) \cdot K_2(j/l)}$.

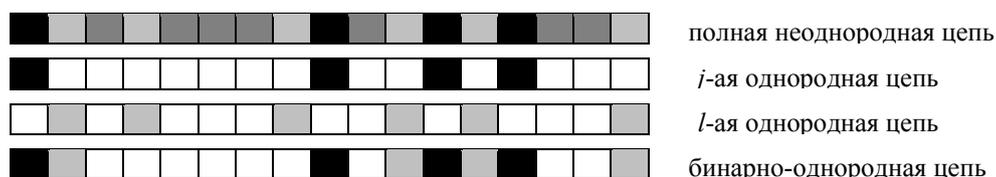


Таблица 1. Значения коэффициента причинной зависимости (K_1) для некоторых пар слов из текста повести А.С. Пушкина «Пиковая дама» (в первом столбце слова-причины)

	$\frac{n(l/j)}{n_i}$	$v(l_j)$	K_1									
	выигрыш			долг			игроки			деньги		
карты	0,900	0,957	0,862	0,858	0,820	0,703	1,000	0,681	0,681	0,243	0,837	0,204
	вечер			дом			года			день		
время	0,750	0,854	0,640	0,800	0,849	0,679	0,715	0,841	0,601	0,750	0,797	0,598
	игроки			лица			люди			долг		
гости	0,625	0,847	0,530	0,556	0,923	0,513	0,715	0,628	0,449	0,715	0,644	0,460
	люди			ужас			смотрит			слово		
старуха	1,000	0,903	0,903	0,910	0,906	0,824	0,875	0,932	0,816	0,924	0,876	0,809

Таблица 2. Значения коэффициента причинной зависимости (K_1) для некоторых пар слов из текста повести И.С. Тургенева «Муму» (в первом столбце слова-причины)

	$\frac{n(l/j)}{n_i}$	$v(l_j)$	K_1									
	старая			руки			знаки			деревня		
Герасим	1	0,969	0,969	1	0,956	0,956	1	0,952	0,952	0,9	0,926	0,833
	знаки			вместе			хвост			каморка		
Муму	0,75	0,852	0,639	0,728	0,842	0,612	0,556	0,87	0,483	0,5	0,867	0,434
	говорила			лицо			старая			быт		
барыня	1	0,903	0,903	1	0,893	0,893	0,875	0,941	0,824	0,917	0,838	0,768
	работать			Москва			дело			сторона		
деревня	0,667	0,778	0,519	0,6	0,751	0,451	0,4	0,887	0,355	0,445	0,748	0,333

В случае, если подкоренное выражение отрицательно (один из $K_2 < 0$) цепи считаются взаимно независимыми и коэффициент K_3 искусственно приравняется 0.

Наличие «сильной» причинной зависимости, может быть использовано для «сжатия» информации при описании взаимного расположения элементов массива данных.

В таблицах 1 и 2 представлена причинная зависимость (K_1) однородных последовательностей некоторых слов, рассматриваемых в составе повестей «Пиковая дама» А.С. Пушкина и «Муму» И.С. Тургенева. Представление полной матрицы причинной зависимости слов из-за ее большого размера ограничено, поэтому были выбраны только некоторые пары, по признаку относительно большого значения коэффициента.

Для каждой пары однородных цепей j и l в таблицах приведены отношение $\frac{n(l/j)}{n_i}$, избыточность $v(l_j)$ и определяемый ими

коэффициент частичной зависимости K_1 . Как видно из представленных данных коэффициент пространственной зависимости можно использовать для определения контекстуальной емкости понятий, придаваемой им автором соответствующего произведения.

Литература

1. Гуменюк А.С., Морозенко Е.В. О характеристике зависимости однородных цепей в составе нуклеотидной последовательности / Нейроинформатика, её приложения и анализ данных: Материалы XVII Всероссийского семинара, 2-4 октября 2009 г. / Под ред. А.Н.Горбаня, Е.М.Миркеса; ИВМ СО РАН, - Красноярск; 2009, - с. 53-56
 2. Морозенко Е.В. О характеристиках зависимости однородных информационных цепей. / Россия молодая: передовые технологии – в промышленность: матер. II Всерос. молодежн. науч.-техн. конф. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2009. – Кн. 2. – с. 62-66

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОТКАЗОВ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ПРЯМОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ

Ременников Д.В.

Научный руководитель д.т.н, профессор Потапов В. И.
Омский государственный технический университет
rem-dima@yandex.ru

Данная работа носит экспериментальный характер, и все опыты проводятся на эмуляторе искусственной нейронной сети (ИНС), разработанным автором. Исследование заключается в оценке влияния отказа элемента на работоспособность ИНС. В работе рассматриваются отказы искусственных нейронов (ИН) и отказы связей между искусственными нейронами.

Цель исследования: оценить характер влияния отказов элементов ИНС на её работоспособность.

Задача: провести ряд испытаний искусственных нейронных сетей с различным количеством нейронов, различным количеством скрытых слоёв на эмуляторе ИНС, вводя искусственно отказы её элементов. Обобщить результаты испытаний и сделать выводы по проведённому исследованию. Среди множества отказов ИН выделим следующие:

1. Отказ выхода ИН “CONST -1”. При таком отказе значение выхода нейрона, вне зависимости от входных значений, будет постоянным и равным -1.
2. Отказ выхода ИН “CONST +1”. При таком отказе значение выхода нейрона, вне зависимости от входных значений, будет постоянным и равным +1.
4. Отказ выхода ИН “CONST 0”. При таком отказе значение выхода нейрона, вне зависимости от входных значений, будет постоянным и равным 0.

1. Обрыв связи. Такой отказ эквивалентен установлению веса связи в значение 0. Вне зависимости от поступаемого значения сигнала на элемент, передаваться к следующему элементу будет значение 0.

Приведем результаты серии опытов на эмуляторе НС[1, 2]. В качестве испытуемой ИНС, использована обученная ИНС для решения задачи аппроксимации. В качестве аппроксимируемой функции взята функция $y = 0,5 \cdot \sin(6 \cdot x)$, длина учебника равна 10, значения x равномерно распределены на отрезке $[-1; +1]$, функция активации нейронов – гиперболический тангенс. Ошибкой считается отклонение выхода на величину более 0,15.

1 опыт. Структура ИНС: 1 входной нейрон, 1 выходной нейрон, 1 скрытый слой, 5 нейронов в скрытом слое. Полученные результаты моделирования представлены в таблице 1.

Наименование отказавшего элемента (N слоя, N нейрона)	Наличие отказа ИНС при подаче i-го значения из учебника (обучающего множества)									Отказ ИНС в целом	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8		9
нейрон '0' (0,0)	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1
нейрон '0' (1,0)	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1
нейрон '0' (1,1)	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
нейрон '0' (1,2)	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
нейрон '0' (1,3)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
нейрон '0' (1,2)	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
нейрон '0' (2,0)	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1
нейрон '-1'(1,0)	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1
нейрон '-1'(1,1)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
нейрон '-1'(1,2)	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
нейрон '-1'(1,3)	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
нейрон '-1'(1,2)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
нейрон '-1'(2,0)	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1
нейрон '-1'(1,0)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
нейрон '+1'(0,0)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
нейрон '+1'(1,0)	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
нейрон '+1'(1,1)	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1
нейрон '+1'(1,2)	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
нейрон '+1'(1,3)	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
нейрон '+1'(1,2)	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1
нейрон '+1'(2,0)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
связь (1,0,0)	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
связь (1,1,0)	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
связь (1,2,0)	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
связь (1,3,0)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
связь (1,4,0)	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1
связь (2,0,0)	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1
связь (2,0,1)	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
связь (2,0,2)	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
связь (2,0,3)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
связь (2,0,4)	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1

Таблица 1. Таблица отказов ИНС

Где значение “1” – отказ произошел, “0” – отказа не произошло.

П опыт Структура ИНС: 1 входной нейрон, 1 выходной нейрон, 1 скрытый слой, 10 нейронов в скрытом слое. В таблице 2 представлены только те случаи, когда отказ элемента не приводит к отказу ИНС в целом. В остальных случаях отказ элемента ИНС приводит к отказу ИНС в целом.

Наименование отказавшего элемента (N слоя, N нейрона)	Наличие отказа ИНС при подаче i-го значения из учебника (обучающего множества)									Отказ ИНС в целом	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8		9
нейрон '-1' (1,1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
нейрон '-1' (1,4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
нейрон '-1' (1,9)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
связь (1,1,0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
связь (1,4,0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
связь (1,9,0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 2. Таблица отказов ИНС

В данном опыте присутствуют случаи, когда отказ нейрона “CONST -1” не влияет на работоспособность ИНС. Это означает, что в процессе работы ИНС нейрон постоянно отрицательно перенасыщен, т.е. сумма его входов всегда отрицательна и большая по величине.

III опыт Структура ИНС: 1 входной нейрон, 1 выходной нейрон, 2 скрытых слоя, 5 нейронов в каждом скрытом слое. В таблице 3 представлены только те случаи, когда отказ элемента не приводит к отказу ИНС в целом. В остальных случаях отказ элемента ИНС приводит к отказу ИНС в целом.

Наименование отказавшего элемента (N слоя, N нейрона)	Наличие отказа ИНС при подаче i-го значения из учебника (обучающего множества)									Отказ ИНС в целом	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8		9
нейрон '-1'(1,4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
нейрон '-1'(2,0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
нейрон '-1'(2,1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
нейрон '+1'(2,2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
связь (1,4,0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
связь (2,0,0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
связь (2,0,1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
связь (2,0,2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
связь (2,0,3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
связь (2,1,0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
связь (2,1,1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
связь (2,1,2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
связь (2,1,3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
связь (2,2,2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
связь (2,2,3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
связь (2,2,4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
связь (2,3,0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
связь (2,3,4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 3. Таблица отказов ИНС

Особо рассмотрим случай, когда отказы выхода ИН “CONST 0” и обрыв связи между искусственными нейронами не приводят к отказу ИНС в целом. В таком случае, при выполнении требований точности выходов ИНС, отказавший

элемент можно удалить из структуры ИНС. После удаления одного элемента проверяется возможность удаления следующего при обязательном выполнении требований точности выходов ИНС. По такому же принципу удаляются оставшиеся элементы ИНС, не приводящие к отказу ИНС в целом. В итоге любой отказ элемента ИНС будет приводить к отказу ИНС в целом. Используя данный метод можно выявить элементы ИНС, не критичные для решения задачи искусственной нейронной сетью, что позволяет упростить структуру ИНС (возможно, с дополнительными коррекциями весов и порогов активации).

Проведённые испытания ИНС с моделированием отказов показали, что введение рассмотренных отказов в ИНС прямого распространения критично влияют на работоспособность ИНС в целом. Расположение отказавшего элемента в структуре ИНС влияет на величину искажения значений выходов ИНС. Чем ближе слой с отказавшим элементом к входам ИНС, тем сильнее искажения на выходе устройства. Однако близость отказа к выходам ИНС делает менее возможным восстановление работоспособности ИНС методом перенастройки весов. Отказы нейронов во входном и выходном слое наиболее критичны и для восстановления работоспособности ИНС требуется их дублирование.

Часто в литературе отмечают устойчивость биологической нейронной сети к различным отказам (искажениям) отдельных нейронов или групп нейронов. Проведенное исследование показывает, что для рассмотренных случаев отказ элемента в большинстве случаев критичен и принцип устойчивости не выполняется. Предположительно, для выполнения этого принципа требуется большая избыточность в структуре ИНС, либо для ИНС прямого распространения с фиксированными параметрами сети (веса и пороги активации нейронов) данный принцип вообще не выполним. Для отказов, при которых веса связей и порогов активации нейронов изменяются на небольшие величины, принцип устойчивости ИНС к отказам выполняется.

Литература

1. Ременников, Д. В. Эмулятор нейронной сети / Д. В. Ременников // Информационные технологии и математическое моделирование (ИТММ-2008): Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции. – Томск, 2008. – с. 106-108.
2. Сайт технической поддержки XNeuron3D [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.XNeuron3D.ru>, свободный.

СОЗДАНИЕ ПО ДЛЯ ПРОЦЕССА «АЛКИЛИРОВАНИЕ БЕНЗОЛА МОНООЛЕФИНАМИ»

Шнидорова Н.О., Шнидорова И.О., Фетисова В.А., Кочегурова Е.А.
Томский политехнический университет
Nadia_@sibmail.com

Введение

Если раньше новые технологические режимы для действующего производства приходилось испытывать на пилотных установках, то сегодня, с появлением информационных технологий, реализуемых с использованием компьютерной техники, есть возможность быстро проводить текущий анализ и прогнозирование процессов. Использование методов математического моделирования, базирующихся на стратегии системного анализа, позволяет разрабатывать компьютерные моделирующие системы процессов нефтепереработки, дающие возможность оперативно определять качественные и количественные закономерности протекания процесса. Применение программно-реализованных моделей, адекватно описывающих реальные производственные процессы, позволяет существенно повысить их качество, а именно, прогнозировать технологические показатели, проводить мониторинг, увеличить производительность за счет подбора оптимальных режимов эксплуатации и т. п.

Модель реактора

Решение обратной кинетической задачи в нашем случае предполагает нахождение 24 значений предэкспоненциальных множителей. Использование термодинамических соотношений, в частности [1]

$$Kp = \frac{k_{0,i}}{k_{0,-i}} = e^{\frac{-\Delta G}{RT}}$$

позволяет сократить это число до 12. Для дальнейшего сокращения числа неизвестных кинетических параметров было выделено 6 принципиальных типов карбкатионов, и, соответственно, 6 основных групп реакций (табл. 1).

Реакция	Тип карбкатиона
1. Олефин-1=олефин-2	1
2. Олефин-2=олефининт	1
3. Олефин-1=изоолефин	1
4. Бензол+олефин-1=ЛАБ-2	2
5. Бензол+изоолефин=НАБ	2
6. Бензол+олефин-2=ЛАБ-2	2
7. Бензол+олефининт=ЛАБинт	2
8. ПсевдоЛАБ+псевдоОлефин=ДАБ	3
9. ЛАБнеп+псевдоОлефин=ДАБнеп	1
10. ПсевдоЛАБ+диолефин=ДАБнеп	6
11. Бензол+диолефин=ЛАБнеп	4
12. Бензол+ЛАБнеп=ДФА	5

На последующем этапе производилось объединение кинетических параметров по значениям приближенно оцененных предэкспоненциальных множителей.

Предварительная оценка показала, что для

того, чтобы найти кинетические параметры, значения которых сильно отличаются по величине, требуется разделить их на две группы, в одну из которых включаются предэкспоненциальные множители с ожидаемыми большими значениями, а в другую, соответственно, с малыми.

В итоге необходимо найти лишь два базисных кинетических параметра, а остальные можно выразить через них (табл. 2).

Таблица 2. Соотношение между искомыми и базисными кинетическими параметрами

Группа	Кинетические параметры
1	k_1 $k_3=k_1$ $k_4=4.85*k_1$ $k_5=1.57*k_1$ $k_6=4.85*k_1$
2	k_2

Для решения поставленной задачи используется симплексный метод оптимизации (метод Нелдера-Мида). Сущность предложенного алгоритма подбора кинетических параметров представлена ниже.

Оптимизация

Оптимизация проводится для нескольких дат. Для каждого набора кинетических параметров вычисляется погрешность расчётного значения по сравнению с экспериментальным по формуле:

$$\varphi = \sum_{i=1}^n \left(\frac{C_{expr_i} - C_{count_i}}{C_{count_i}} \right)^2 * coef_i \quad (1)$$

Где i – номер параметра

C_{expr} – экспериментальное значение

C_{count} – расчётное значение

$Coef$ – коэффициент значимости

В качестве итоговой погрешности для конкретного набора параметров выбирается максимальная из них.

Метод Нелдера-Мида использует геометрическую конфигурацию, которая называется симплекс. [2] Симплекс - это выпуклый многогранник с числом вершин, равным $n+1$, где n - размерность пространства. В нашем случае размерность пространства - это количество определяемых параметров.

Поиск с помощью симплекса заключается в том, что значения функции вычисляются в вершинах этой фигуры, выбирается самое худшее из них и вершина, соответствующая этому значению, заменяется по определенному правилу на другую, образуя тем самым новый симплекс.

Худшей является та вершина, при значениях координат которой расчётное значение сильнее всего отличается от экспериментального. Эта разница вычисляется по формуле (1) для каждой даты, и для каждой точки выбирается наибольшая разница по всем датам.

После этого вершина с наибольшим отклонением отражается относительно центра симплекса. Каждая координата центра симплекса вычисляется по формуле

$$x_n = \frac{\sum_{j=0}^{izmer} (dat_j \cdot x_n - dat_{badDot} \cdot x_n)}{izmer}$$

где x_n - номер координаты
 $j=0..izmer$ - вершины симплекса
 $izmer$ - количество параметров
 $badDot$ - номер точки с наибольшим отклонением

Наихудшая точка отбрасывается, а новая точка вычисляется путём отражения наихудшей точка относительно центра.

Для полученной точки осуществляется проверка целевой функции - так же как и ранее, вычисляется наибольшая разница между экспериментальным и расчётным значениями среди всех дат при данном наборе параметров.

При этом возможно 2 случая:

Если положение точки улучшилось, то осуществляется растяжение. Каждая координата пересчитывается по формуле

$$kaards_i = simplexCenter.kaards_i + g * (dats_{badDot}.kaards_i - simplexCenter.kaards_i)$$

где g - коэффициент растяжения, принимается равным 1,1

Если при этом положение точки ухудшилось, то осуществляется редукция. Каждая координата пересчитывается по формуле

$$kaards_i = dats_{bestDot}.kaards_i * coefReduct$$

где $coefReduct$ - коэффициент сжатия, принимается равным 0,9

Если после этого отраженная точка всё равно худшая, для каждой точки, кроме лучшей, делается пересчёт координат.

$$dats_i.kaards_j = (dats_{bestDot}.kaards_j + 0.5 * (dats_i.kaards_j - dats_{bestDot}.kaards_j))$$

где i - номер точки, $i=0..izmer$, $n!=bestDot$
 j - номер координаты, $j=0..izmer-1$

Такая процедура повторяется, пока не будет достигнута требуемая точность.

Если отклонение лучшей точки больше заданной погрешности, то описанный выше алгоритм применяется к текущим значениям вершин симплекса, заново вычисляется лучшая точка и отклонение экспериментальных данных от расчётных в лучшей точке, и так до тех пор, пока это отклонение не станет меньше или равно критическому значению погрешности.

Критическим выбрано значение 0.03, то есть 3%, так как такая погрешность сопоставима с погрешностью хроматографического анализа.

Результатом считаются координаты лучшей точки, которым и будут равны искомые параметры

Метод не давал решения с заданной точностью, поэтому критическое значение погрешности постепенно увеличивалось, пока метод не начал давать результатов.

Выводы

Предложен алгоритм оценки кинетических параметров процесса алкилирования бензола олефинами $C_{10}-C_{14}$.

Осуществлена программная реализация данного алгоритма в среде Borland Developer Studio 2006 на языке Delphi.

С использованием созданной программы проведена оценка кинетических параметров для реакций, протекающих в ходе данного процесса.

Погрешность расчетов на данный момент не сопоставима с погрешностью метода хроматографического анализа, который используется для определения концентраций компонентов в продуктовой смеси, поэтому ведутся дальнейшие работы по повышению адекватности модели.

Литература

1. Кафаров В.В., Дорохов И.Н. Системный анализ процессов химической технологии.- М.: Наука, 1981. – 400 с.
2. Гартман Т.Н., Клушин Д.В. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. – 416 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ В БИОЛОГИЧЕСКОМ ОБЪЕКТЕ ПРИ РЕЗИСТИВНОМ НАГРЕВЕ С УЧЕТОМ ОТВОДА ТЕПЛА

Турунтаева Н.Ю.

Научный руководитель: Коваль Т.В.
Томский политехнический университет
tnuom06@mail2000.ru

Введение

Одним из методов разрушения опухолевых тканей в биологических объектах является температурное воздействие на злокачественные новообразования. Температурное воздействие, при котором раковые клетки гибнут, может производиться как низкими, так и высокими температурами. При этом очень важно производить контроль температурного поля, чтобы не оказать неблагоприятное воздействие на здоровые участки.

В данной работе с применением конечно-разностных методов проводится моделирование трехмерного нестационарного температурного поля в биологическом объекте при резистивном нагреве с учетом отвода тепла.

Описание модели

Нестационарное температурное поле в биологическом объекте описывается уравнением биотепла [1]:

$$\rho C \frac{\partial T}{\partial t} + \nabla \cdot (-k \nabla T) = Q_{ext}, \quad (1)$$

где ρ – плотность ткани [$\text{кг}/\text{м}^3$], C – удельная теплоемкость ткани [$\text{Дж}/\text{кг} \cdot \text{К}$], k – теплопроводность ткани [$\text{Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$], Q_{ext} – пространственный источник тепла [$\text{Вт}/\text{м}^3$]. Все теплофизические коэффициенты и Q_{ext} в общем случае являются функциями температуры T .

При резистивном нагреве подается напряжение на электроды, помещенные внутрь биологического объекта. Благодаря сопротивлению ткани в биологическом объекте возникает электрическое поле и ток, вследствие этого создается объемный источник тепла:

$$Q_{ext} = \bar{J}_{np} \bar{E},$$

где \bar{J}_{np} – ток проводимости среды, возникающий при подаче на электроды напряжения V с радиочастотой, E – напряженность электрического поля. Электрическое поле \bar{E} может быть вычислено из уравнения Лапласа для среды с удельной электропроводностью σ :

$$-\nabla \cdot (\sigma \nabla V - J^e) = 0; \quad (2)$$

где J^e – внешняя плотность тока, V – потенциал.

Биологический объект может охлаждаться с помощью кровеносных сосудов, расположенных вблизи области прогрева. Поток крови, протекающий в сосудах, будет уносить тепло из зоны прогрева. Чтобы учесть охлаждение,

необходимо в уравнение биотепла (1) добавить слагаемое, отвечающее за отвод тепла. Тогда уравнение биотепла (1) запишется в виде [2]:

$$\rho C \frac{\partial T}{\partial t} + \nabla \cdot (-k \nabla T) = \rho_{bl} C_{bl} \omega_{bl} (T_{bl} - T) + Q_{ext} \quad (3)$$

где ρ_{bl} – плотность крови [$\text{кг}/\text{м}^3$], C_{bl} – удельная теплоемкость крови [$\text{Дж}/\text{кг} \cdot \text{К}$], ω_{bl} – перфузия крови [$1/\text{с}$], T_{bl} – температура крови [К].

Рассмотрим охлаждение электродов. Пусть в полых электродах циркулирует вода. Она уносит с собой тепло, охлаждая, таким образом, электроды. Нестационарное температурное поле электрода описывается уравнением теплопроводности:

$$\rho_1 C_1 \frac{\partial T}{\partial t} - k_1 \nabla^2 T = 0,$$

где ρ_1 – плотность материала, из которого изготовлен электрод [$\text{кг}/\text{м}^3$], C_1 – удельная теплоемкость этого материала [$\text{Дж}/\text{кг} \cdot \text{К}$], k_1 – теплопроводность этого материала [$\text{Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$].

Для воды дифференциальное уравнение переноса тепла имеет вид:

$$\rho_2 C_2 \frac{\partial T}{\partial t} + \rho_2 C_2 v \frac{\partial T}{\partial x} - k_2 \left(\frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) = 0, \quad (4)$$

где ρ_2 – плотность воды [$\text{кг}/\text{м}^3$], C_2 – удельная теплоемкость воды [$\text{Дж}/\text{кг} \cdot \text{К}$], k_2 – теплопроводность воды [$\text{Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$], v – скорость потока воды [$\text{м}/\text{с}$].

При охлаждении с помощью кровеносных сосудов уравнение теплопроводности (3) решается совместно с уравнением для среды (2) с учетом краевых условий, т.е. совокупности граничных и начальных условий. При охлаждении электродов уравнение (1) решается совместно с уравнением (4) и (2) с учетом краевых условий.

Численный эксперимент

Численный эксперимент реализован для параметров реального биологического объекта [3]. Схема биологического объекта приведена на рис. 1. Биологический объект состоит из 2 материалов. Электрод представляет собой тепло- и электроизолированный стержень, на конце которого находится активная часть диаметром 2 мм и длиной 9 мм. Схема активной части электрода представлена на рис. 2. На электроды подавалось напряжение 22 В с радиочастотой.

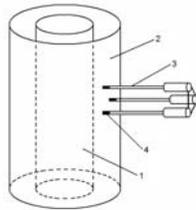


Рис. 1. Схема биологического объекта. 1, 2 – составные части объекта, 3 – электроды, 4 – активная часть электродов

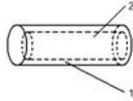


Рис. 2. Схема активной части электрода. 1 – металл, 2 – вода.

Начальная температура материалов биологического объекта принималась равной $T_0=310\text{K}$. Начальная температура воды $T_0=283\text{K}$. Температура биологического объекта не должна превышать 373K . Раковые клетки гибнут при температурном воздействии на них выше 322K - 328K . При решении нестационарной задачи анализировались переходные процессы теплопередачи с учетом отвода тепла.

Динамика нестационарного температурного поля в биологическом объекте у поверхности электрода при резистивном нагреве без охлаждения и при разных режимах охлаждения представлена на рисунках 3-5. Из рис. 3 видно, что температура вблизи поверхности электродов без учета охлаждения превышает предельную температуру 373K . пилообразный характер кривых обусловлен режимом последовательного переключения электродов [3]. При тепловом воздействии на область с большим количеством кровеносных сосудов температура поверхности электродов не превышает предельного значения (рис. 4). При недостаточном отводе тепла за счет кровеносных сосудов необходимый температурный режим можно получить при охлаждении электродов (рис. 5).

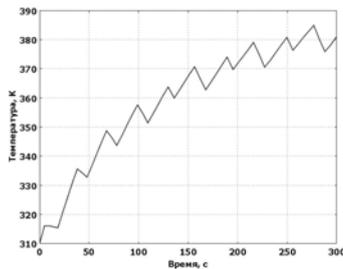


Рис. 3. Динамика нестационарного температурного поля у поверхности электрода без учета охлаждения

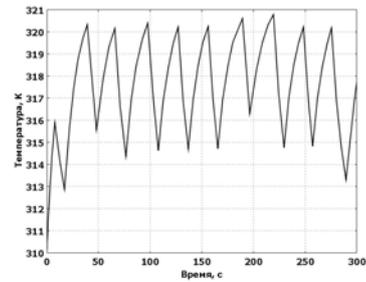


Рис. 4. Динамика нестационарного температурного поля у поверхности электрода с учетом охлаждения кровеносными сосудами при $\omega_{bl} = 0.096\text{ c}^{-1}$

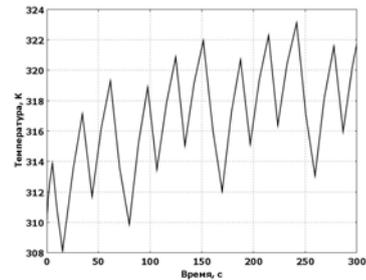


Рис. 5. Динамика нестационарного температурного поля у поверхности электрода с водяным охлаждением при $v = 0.001\text{ м/с}$

Заключение

Для уничтожения раковых клеток требуется определенный температурный режим теплового воздействия. При резистивном нагреве происходит сильный перегрев области вблизи поверхности электродов. Исключить этот эффект можно за счет отвода тепла кровеносными сосудами при определенных параметрах источника, либо за счет водяного охлаждения активной части источника.

Литература

1. Беляев Н.М., Рядно А.А. Методы теории теплопроводности: учебное пособие для вузов: В 2-х ч. – М.: Высшая школа, 1982.
2. Supan Tungitkusolmun, S. Tyler Staelin et al. Three-dimensional finite-element analyses for radio-frequency hepatic tumor ablation //IEEE transactions on biomedical engineering, vol. 49, No. 1, January 2002.
3. Турунтаева Н.Ю. Моделирование нестационарного температурного поля в биологическом объекте при резистивном нагреве // Сборник трудов VII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. ч.1. – Томск: Изд. СПб Графика, 2009. – С. 209-210.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОВОДИМОСТИ И ИОНООБРАЗОВАНИЯ В УДАРНОСЖАТЫХ ПЛЕНОЧНЫХ СТРУКТУРАХ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ПЫЛЕВЫХ ЧАСТИЦ

Телегин А.М.

Научный руководитель: Н.Д.Семкин

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева
talx85@mail.ru

Введение

При исследовании и разработке бортовых детекторов космической пыли необходимо создание аппаратуры, преобразующей ударные воздействия и связанные с ними параметры частицы в электрические сигналы.

В качестве датчика в такой аппаратуре используется МДМ – структура. При толщине верхней обкладки большей размера частицы кратер при ударе механически не разрушает материал диэлектрика, но ударная волна, за счет сжатия и последующего нагрева, приводит к кратковременному увеличению его проводимости. При этом предварительно заряженный конденсатор частично разряжается через канал проводимости. Измеряя остаточное напряжение на конденсаторе можно оценить интенсивность ударной волны и, следовательно, параметры частицы.

Теоретическая модель

Процессы, происходящие при высокоскоростном взаимодействии частиц с твердым веществом, описываются с помощью уравнений гидродинамики, а также уравнения состояния, описывающего поведение сжатого твердого тела [1].

При столкновениях твердых тел со скоростями в несколько километров в секунду возникает давление порядка единиц и более мегабар. Поскольку такие давления во много раз превышают прочность материалов, последней можно пренебречь и рассматривать твердое тело как идеальную (невязкую) сжимаемую жидкость. Само собой разумеется, что при всяком ударе давление в конечном итоге спадает, и прочность материала опять станет главным фактором, определяющим окончательную конфигурацию материала, к какой он придет в состоянии покоя.

Современные представления о распространении сильных ударных волн в газах во многом обязаны методам подобия. К сожалению, две особенности данной задачи не позволяют воспользоваться этим методом с тем же успехом, какой он до этого обеспечил применительно к задаче о взрыве. Первая особенность состоит в том, что течение зависит от двух пространственных переменных и, таким образом, даже при условии соблюдения подобия оно описывается системой дифференциальных уравнений с частными производными. Вторая особенность связана с тем, что интенсивность возникших при ударе волн обычно достаточно

мала, чтобы удовлетворить предположению о подобии.

В наиболее общем случае для определения проводимости ударносжатых диэлектриков МДМ-структуры как функции времени, параметров частицы решается система уравнений гидродинамики и электродинамики с использованием уравнений состояния для металла и диэлектрика вида[2]:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div}(\rho \vec{W}) = 0; \quad (1)$$

$$\frac{\partial(\rho \vec{W}_i)}{\partial t} + \text{div}(\rho W_i \vec{W}) + V \rho = 0; \quad (2)$$

$$\frac{\partial(\rho E)}{\partial t} + \text{div}(\rho E \vec{W}) + \text{div}(\rho \vec{W}) = 0; \quad (3)$$

$$p = p\left(\rho; E - \frac{W^2}{2}\right), i = 1, 2, \dots; \quad (4)$$

$$p = a \rho^3; T = \frac{p - a(\rho^3 - \rho_0^3)}{4 \rho N}; \quad (5)$$

где J -ток через МДМ-структуру (полный ток через ударносжатый конденсатор); U -напряжение на обкладках структуры; V -объем интегрирования области, охваченной ударной волной; $\sigma(\vec{r}, t)$ – удельная электропроводность; d -толщина диэлектрика; \vec{r}, t - координаты, время соответственно записаны законы сохранения массы, импульса и энергии, а также уравнений состояния вещества алюминия и диэлектрика. Температура T определяется из трехчленного уравнения состояния, величины p, E, \vec{W}, ρ , находятся в результате решения уравнений методом крупных частиц полная методика решения на основе этих уравнений приведена в [3]. В результате решения системы уравнений (1)-(5) определяются значения U, v, E, p, ρ , характеризующие поведение веществ во времени. Программа позволяет рассчитать также поле температур в ячейках. Расчеты используются для вычисления удельной электропроводности, зависящей от температуры ударносжатого канала проводимости МДМ-структуры. Зная температуру по известной функции $\sigma = \sigma(T)$ определяют σ , либо зная σ и T можно установить эмпирическую зависимость σ от T .

После завершения процесса распространения ударных волн начинается процесс ионообразования, начальную точку которого можно определить по устоявшемуся режиму температуры T , полученной из решения системы уравнений 1-5. Низкие температуры плазмы

позволяют учитывать только однократную ионизацию, что дает возможность проведения расчета остаточных зарядов без применения численных методов.

Система уравнений, описывающая кинетику ионизации и рекомбинации в разлетающемся сгустке, имеет вид [4]:

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{dx_k}{dt} &= (1-x_k) \cdot x_e \cdot \frac{AC_p n(t)}{T^3(t)} \cdot \exp\left(-\frac{J_k}{T_0}\right) \frac{x_k x_e n^2(t) A t_0}{T^2(t)}; \\ n(t) &= \frac{n_0}{t^3}; \\ T(t) &= \frac{T_0}{t}; \\ x_e &= \sum_{k=1}^{k_{\max}} v_k x_k, \end{aligned} \right. \quad (6)$$

где t – безразмерное время, нормированное на t_0 , которое определяется как время установления ударножатых процессов в диэлектрике, x_e, x_k – степени ионизации электронов и ионов k -того элемента, v_k – содержание тяжелых частиц k -го сорта, J_k – потенциал ионизации k -того элемента, T_0 – начальная температура плазменного сгустка.

Аналитическое решение системы (6) представлено в работе [5].

Для однокомпонентной плазмы по уравнению

$$\text{Саха имеем: } x_{e1}^2 = \frac{C \cdot T_0^{9/2}}{n_0} \cdot \exp\left(-\frac{J}{T_0}\right).$$

Для многокомпонентной плазмы, потенциал J будет определяться из условия равенства электронных степеней ионизации для одно- и многокомпонентной плазмы: $x_{e1}^2(J_k) = x_{e1}^2(J)$.

(3)

Уравнение для эффективного потенциала J имеет вид:

$$\sum_{k=1}^{k_{\max}} C_k \cdot \exp\left(-\frac{J_k}{T_1}\right) = \exp\left(-\frac{J}{T_1}\right).$$

Формулы для остаточных зарядов примут вид:

$$Q_e = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R_0^3 \cdot n_0 \cdot x_{e0},$$

$$Q_k = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R_0^3 \cdot n_0 \cdot v_k \cdot x_{k0}, \quad Q_e = \sum_{k=1}^{k_{\max}} Q_k.$$

При пробивании диэлектрика пространство между обкладками конденсатора заполняет плазма, которую можно представить как смесь электронной и ионной жидкостей. Сила трения электронной жидкости об ионную вызывает разогрев плазмы. Скорость нагрева электронов за

счет работы силы трения определяется из

$$\text{уравнения } \frac{3}{2} \cdot n_e \cdot \frac{dT_e}{dt} = \sigma_e \cdot E;$$

где E – внешнее электрическое поле приложенное к обкладкам конденсатора.

Рост температуры плазмы за счет токового (джоулевого) разогрева следует учитывать при решении задачи газокINETического разлета плазмы, полная температура которой может быть представлена как сумма двух компонент $T_{\Sigma} = T + \tilde{T}$, где T – температура расширяющегося сгустка, \tilde{T} – температура джоулевого разогрева плазмы, данная добавка температуры возникает вследствие приложенного внешнего напряжения к обкладкам МДМ - структуры.

Заключение

1) На основании интегральных зарядов от скорости ударника и концентрации элементов в нем можно построить градуировочный график для датчика высокоскоростных пылевых частиц, построенный на основе МДМ – структуры.

2) На основании зависимостей интегральных зарядов от напряжения на обкладках конденсатора можно рассчитать напряжение, повышающее чувствительность детектора на основе МДМ - структуры.

3) Предложенная модель позволяет проанализировать процессы, протекающие при высокоскоростном ударе метеорита по мишени.

Литература

1. Н.Д. Семкин, А.М. Телегин, М.В. Изюмов. Детектор микрометеороидов и техногенных частиц на основе пленочных структур металл – диэлектрик - металл // Физика волновых процессов и радиотехнические системы.- 2008. – Т. 11. - №4. - С.79 – 88 .
2. Семкин Н.Д., Воронов К.Е. Проводимость ударножатых МДМ-структур на основе полиметилметакрилата // ЖТФ, 1998, т.68, №8, с.63-66.
3. Белоцерковский О.М., Давыдов Ю.М. Метод крупных частиц в газовой динамике. М.: "Наука", 1982. – 187 с.
4. Новиков А.С., Семкин Н.Д., Куликаускас В.С. Масс-спектрометрия ионов, имитируемых при соударении микрометеоритных частиц с материалами. // ФХОМ. 1989, №6, с. 49-56.
5. Н.Д.Семкин, К.Е.Воронов, Н.Л.Богоявленский, Р.А.Поиельников, Л.С.Новиков. Ионобразование и проводимость пленочной МДМ – структуры при взаимодействии с космическими пылинками // Авиакосмическое приборостроение, 2004, №3, с.49 – 57.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ПЛОСКИХ ЗАДАЧ ДИНАМИКИ ВЯЗКОЙ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ НА МНОГОПРОЦЕССОРНОМ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ

Кошеутов А.В., Попонин В.С., Мельникова В.Н.

Научный руководитель: Григорьев В.П.

Томский политехнический университет

AlexV_K@sibmail.com

В современных условиях благодаря быстрому развитию вычислительной техники и разработке эффективных алгоритмов все большее распространение получает численное исследование течений жидкости и газа на основе полных уравнений Навье-Стокса. Однако, несмотря на достигнутые успехи в этом направлении и наличие большого числа программ, численное решение уравнений Навье-Стокса для реальных конфигураций требует значительных вычислительных затрат. Например, для задач аэрогазодинамики, можно привести сравнительно простой пример расчета аэродинамических характеристик изолированного крыла. Для получения стационарного решения уравнений Навье-Стокса необходимо выполнить порядка $2 \cdot 10^{13}$ арифметических операций. При использовании современных персональных компьютеров на это потребуются десятки часов. На практике аэродинамического проектирования обычно требуется не отдельный расчет, а систематический перебор и анализ многих вариантов. В тоже время использование многопроцессорных ЭВМ позволяет существенно сократить расчетное время. Поэтому актуальной является проблема модификации и адаптации существующих алгоритмов и программ численного решения уравнений Навье-Стокса для проведения расчетов на многопроцессорных ЭВМ с распараллеливанием процесса вычислений.

В случае многопроцессорных вычислительных систем достичь высокой производительности при решении реальных прикладных задач оказывается значительно сложнее, чем для традиционных ЭВМ. Основным требованием к алгоритму является наличие *внутреннего параллелизма*. Это означает, что алгоритм должен состоять из некоторого количества частей, которые могут выполняться одновременно и независимо друг от друга. Следующий принципиальный факт во многом определяет возможность эффективной параллельной реализации алгоритмов. Для многопроцессорных систем время обмена сообщениями между процессорами существенно превышает время доступа к своей локальной памяти и, тем более, время выполнения арифметических операций. Отсюда возникает условие *локальности* алгоритма – на каждом процессорном узле (ПУ) обращение к локальной памяти и выполнение арифметических операций должны происходить значительно чаще, чем обмены данными с другими ПУ. Наконец, нужно отметить весьма желательное требование *масштабируемости*, которое означает

способность алгоритма работать на произвольном числе процессорных узлов.

В работе [1] описан последовательный алгоритм построения решения плоских задач динамики вязкой несжимаемой жидкости методом спектральных элементов. Предложенный способ доказал свою эффективность, он позволяет получать решения высокого порядка точности на грубых неструктурированных сетках.

В настоящей работе рассматривается модификация последовательного алгоритма представленного в [1], с целью разработки программного обеспечения для расчета плоских задач динамики вязкой несжимаемой жидкости на многопроцессорном вычислительном комплексе.

Алгоритм распараллеливания и программное обеспечение должны удовлетворять следующим требованиям: масштабируемость и переносимость на машины с разной вычислительной архитектурой.

Модификация последовательного алгоритма

Уравнения, описывающие плоские стационарные несжимаемые ламинарные течения имеют вид:

$$\begin{cases} \nabla(u^T u) - \frac{1}{Re} \Delta u = -\nabla p \\ \nabla \cdot u = 0 \end{cases}$$

В работе [1] описан алгоритм построения решения для таких уравнений. Для дискретизации применяется метод спектральных элементов. Для решения полученных в результате дискретизации систем линейных алгебраических уравнений используется метод обобщенных невязок совместно с неполной LU-факторизацией. Таким образом, модификация последовательного алгоритма [1] для параллельных вычислений сводится к распараллеливанию алгоритма метода обобщенных невязок. Алгоритм метода состоит из операций умножения матрицы на вектор, перемножения векторов и вычисления скалярных произведений, которые просто распараллеливаются. Структура матрицы без труда позволяет организовать вычисления так, что обмены требуются лишь для пересылки граничных значений и сбора рассылки частных сумм скалярного произведения.

Проектирование программного обеспечения

Расчетную программу можно представить в виде трех независимых компонентов (см. рис. 1):

- препроцессор (построение сетки, инициализация распределения параметров течения);
- основной блок (решение задачи);
- постпроцессор (представление полученных результатов в графическом виде).

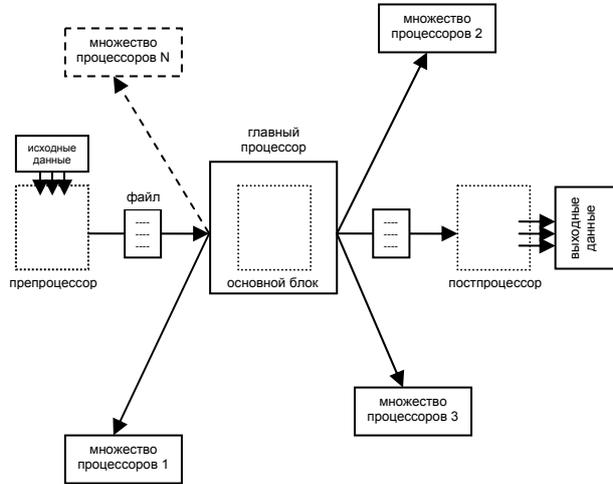


Рис. 1. Проект расчетной программы

Обмен данных между компонентами можно реализовать с помощью текстового файла. Распараллеливание необходимо выполнить для основного блока, поскольку его время счета на несколько порядков превосходит времени счета остальных компонентов.

Общий алгоритм распараллеливания можно описать следующим образом. Все процессоры разбиваются на несколько множеств. Целесообразно, чтобы каждое множество лежало на одном или нескольких ПУ, имеющих большую оперативную память и некоторое число ядер.

После считывания начальных данных из файла, созданного препроцессором, программа разбивает расчетную сетку на непересекающиеся подобласти или блоки. Вычисления в каждой подобласти выполняются на отдельном множестве процессоров. Другими словами, каждая отдельная задача решается в параллельном режиме на процессорах множества (модифицированный алгоритм для параллельных вычислений).

Затем выполняется процедура синхронизации процессоров и происходит переход к следующей итерации. В конце расчета данные от всех процессоров передаются первому процессору, который записывает их в файл результатов.

Чтобы обеспечить в дальнейшем переносимость программы на машины с другой вычислительной архитектурой, было принято

решение использовать коммуникационную библиотеку MPI (Message Passing Interface), версия 1.2.1 в реализации MPICH.

Программа должна быть организована по модульному принципу: все вызовы функций MPI сосредоточены в нескольких подпрограммах, собранных в отдельный файл, который подсоединяется к основному коду при компиляции на многопроцессорной вычислительной машине, а основной код исполняется таким образом, чтобы он мог исполняться как на одно- (например ПК), так и на многопроцессорной машине.

Заключение

В данной работе была проведена модификация последовательного алгоритма предложенного в работе [1] для параллельных вычислений и разработан прототип программного обеспечения, позволяющего вести расчет плоских задач динамики вязкой несжимаемой жидкости на многопроцессорном вычислительном комплексе.

Литература

1. Попонин В.С., Мельникова В.Н. Расчет плоских стационарных уравнений Навье-Стокса методом спектральных элементов на не разнесенных неструктурированных сетках. Сборник трудов VI Всероссийской конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и современные информационные технологии»; Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. 500с.
2. Корнеев В.Д. Параллельное программирование в MPI. М.; Ижевск: Ин-т компьютерных исследований, 2003. 304 с.
3. Ортега Дж. Введение в параллельные и векторные методы решения линейных систем. – М.: Мир, 1991.
4. L. M. Adams. Iterative algorithms for large sparse linear systems on parallel computers. Ph.D. thesis, Applied Mathematics, University of Virginia, Charlottesville, VA, 1982. Also NASA Contractor Report 166027.
5. R. Barrett, M. Berry, T.F. Chan, J. Demmel, J. Donato, J. Dongarra, V. Eijkhout, R. Pozo, C. Romine, and H. Van der Vorst. *Templates for the Solution of Linear Systems: Building Blocks for Iterative Methods*, 2nd Edition. SIAM, Philadelphia, PA, 1994.
6. Gropp W., Lusk E. User's Guide for mpich, a Portable Implementation of MPI Version 1.2.1 // Technical Report ANL/MCS-TM-ANL-96/6. Argonne National Laboratory, University of Chicago. 1996.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ДИНАМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРОЙ НА ПРИМЕРЕ КАМБИАЛЬНЫХ КЛЕТОК

Зубаирова У.С., Николаев С.В.

Институт цитологии и генетики СО РАН
ulyanochka@bionet.nsc.ru

Введение

Моделирование динамических систем с динамической структурой является важной задачей системной биологии развития.

В данной работе в формализме параметризованных L-систем построена одномерная модель клеточной структуры камбия.

Камбий – образовательная ткань, состоящая из делящихся клеток и залегающая между древесиной и лубом у древесных растений.

Функционирование камбия обеспечивает ежегодный прирост древесины и коры в стволах, ветвях и корнях, т.е. тех надземных и подземных частях древесного растения, в которых органическое вещество аккумулируется на многие годы.

Формулировка модели

Клетки камбия вдоль радиальной оси ствола дерева приняты за одномерный массив модели.

Клетки делятся, создавая поток от некоторой начальной клетки внутрь дерева.

Каждая клетка характеризуется размером, т.е. в данном одномерном случае длиной, и номером по порядку в массиве. Размер клетки увеличивается по уравнению:

$$\frac{d\varphi_n}{dt} = f_{gr}(n)\varphi_n$$

где φ_n – длина n -й клетки, n – номер клетки по порядку в клеточном массиве, $f_{gr}(n)$ – функция роста.

В данной модели функция роста зависит от номера клетки в массиве, она линейно возрастает на первых 15 клетках, а затем постоянна.

В данном случае функция роста зависит от номера клетки в массиве, это эквивалентно тому, что есть некое вещество, скорость диффузии которого внутри клеток гораздо выше, чем через клеточные стенки, и, значит, нам важно учитывать только число межклеточных границ.

Как только длина клетки достигает критического значения, клетка переходит в стадию митоза и остаётся в этом состоянии некоторое время, а затем делится на две дочерние клетки.

Если принять, что длительность митоза T_m линейно зависит от длительности T клеточного цикла:

$$T_m = a(T - T_0),$$

тогда момент времени, когда должно произойти деление, определяется по формуле:

$$t = \frac{t_m - a(t_b - T_0)}{1 - a}$$

где t_m – время, когда клетка перешла в состояние митоза, t_b – время, когда клетка появилась, a и T_0 – экспериментально

определяемые параметры специфичные для каждого растения [1].

Клетка делится несимметрично. Соотношение между размерами дочерних клеток выбирается случайно (по нормальному закону вокруг среднего значения 1/2).

Формализм L-систем

Динамика клеточной структуры камбия определяется делением клеток. Для моделирования деления клеток использовался формализм L-систем [2].

Суть данного метода моделирования в том, что система, состоящая из различных подсистем, представляется в виде цепочки символов (алфавит символов - разнообразие подсистем).

Эволюция системы заключается в дискретном изменении ее структуры: либо изменяется тип подсистемы, либо вместо одной подсистемы возникает несколько.

В формализме L-систем такая эволюция системы моделируется переписыванием строки символов по правилам, определенным в L-системе.

Далее, символы снабжены набором параметров - переменные состояния для подсистем. Такая модификация называется параметризованной L-системой [3].

Изменения переменных состояния подсистем определяются динамическими уравнениями (динамическая система), которые в данном случае представлены системой (5).

Правила переписывания цепочки символов (изменение структуры системы - динамическая структура) теперь «срабатывают» только при выполнении определенных условий на параметры символов (переменные состояния).

Реализация модели в формализме L-систем

Алфавит L-системы состоит из трёх букв: Sn – недифференцированные клетки, Sm – клетки, находящиеся в стадии митоза (готовые поделиться), Sd – дифференцированные клетки.

Клетки типов Sn и Sm составляют камбиальную зону, клетки типа Sd – зону растяжения.

Каждая клетка снабжена набором параметров: номер по порядку в массиве, длина и другие.

Правила L-системы соответствуют механизму деления клеток, описанному в формулировке модели.

Аксиома L-системы строится «естественным образом»: из одной клетки по правилам порождается строка длиной 15 клеток.

Модель реализована в пакете Mathematica.

Выбор этого пакета объясняется тем, что он имеет встроенную систему переписывания, которую удобно использовать для реализации модели L-системы.

Вычислительный эксперимент

Клеточный цикл есть среднее время между двумя последовательными делениями клеток или интервал времени, необходимый для того, чтобы клетка камбиальной зоны полностью завершила процесс деления.

Считается, что наиболее точные результаты по оценке длительности клеточного цикла можно получить из измерений митотического индекса, который определяется как отношение числа клеток камбиальной зоны, находящихся в стадии митоза (собственно процесс деления), к общему числу клеток в камбиальной зоне.

Эксперимент состоял в следующем: для каждого из ста деревьев мы промоделировали динамику структуры камбия в течение сезона и вычислили митотический индекс как отношение числа клеток в митозе к общему числу клеток отдельно для каждой позиции клетки в камбии.

Заключение

Моделирование динамических систем с динамической структурой, в частности явное моделирование изменений клеточной структуры растущей ткани, позволяет проводить имитационные эксперименты и получать характеристики, дающие ключ к пониманию экспериментально наблюдаемых закономерностей функционирования моделируемого объекта.

Литература

1. Ваганов Е.А., Джансеитов Ю.К. Феноменологический подход к анализу кинетических характеристик камбиальной зоны в стволах хвойных деревьев // Успехи современной биологии. 2000. Т. 120, № 2. С. 190-200.
2. Lindenmayer A. Mathematical models for cellular interaction in development, Parts I and II // Journal of Theoretical Biology. 1968. Vol.18. P.280-315.
3. Prusinkiewicz P., Lindenmayer A. The algorithmic beauty of plants. N.Y.:Springer-Verlag, 1990.

МОДЕЛЬ МАКРОЧАСТИЦ ЗАРЯДОВОЙ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА ПРИ ИНЖЕКЦИИ В ПЛАЗМУ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

Вагин Е.С., Григорьев В.П., Офицеров В.В.
Томский политехнический университет
grig@am.tpu.ru

Введение

Широкая сфера и эффективность применения низкоэнергетических (десятки кэВ) сильноточных электронных пучков (НСЭП) вызывает большой интерес к изучению физических процессов обуславливающих движение заряженных частиц и созданию все более полных математических моделей поведения таких пучков.

В данной работе представлена математическая модель, алгоритмы решения уравнений модели и результаты численного исследования зарядовой нейтрализации при инжекции НСЭП в предварительно созданную плазму во внешнем магнитном поле. При решении задач такого рода удобно использовать метод макрочастиц. Метод основан на предположении о том, что в течении некоторого малого отрезка времени заряженные частицы, заключенные в некоторый объем, ведут себя как единое целое. Система уравнений модели макрочастиц состоит из макроскопических уравнений Пуассона, уравнений среды и уравнений движения.

Основные уравнения физической модели

Математическая модель самосогласованной динамики пучка в поле пространственного заряда пучка и магнитных полях при его транспортировке в пространстве дрейфа, заполненного плазмой с однородной плотностью

n_0 , разработана на основе описания электронов пучка и плазмы макрочастицами [3]. Модель построена для области, совпадающей с областью камеры, и имеет размерность 2,5 (трехмерная по динамике, двумерная по полям).

При построении модели сделаны следующие допущения:

- аксиальная симметрия процессов;
- преобладание продольного тока пучка;
- концентрация ионов плазмы считается

однородной и постоянной $n_i=n_0$.

Динамика электронов пучка и плазмы описывается системой релятивистских уравнений в цилиндрической системе координат:

$$\begin{cases} \frac{d(\gamma_\alpha m_0 \dot{r})}{dt} = e(r \dot{\theta} B_z^* - \dot{z} B_\theta + E_r) \\ \frac{d(\gamma_\alpha m_0 \dot{z})}{dt} = e(\dot{r} B_\theta + E_z) \\ \frac{1}{r} \frac{d(\gamma_\alpha m_0 r^2 \dot{\theta})}{dt} = -e(\dot{r} B_z^*) \end{cases}, (1)$$

где m_0 – масса покоя электрона; e – заряд электрона; E_z, E_r, B_θ – компоненты собственного электромагнитного поля пучка; $B_z^* = \text{const}$ – компонента внешнего магнитного поля; γ_α – релятивистский фактор частиц α ; $\alpha=e, e_b$.

Собственное поле пучка описывается уравнениями Пуассона для скалярного потенциала Φ и продольной компоненты векторного потенциала A_z :

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial \Phi}{\partial r} \right) + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} = -\frac{1}{\varepsilon_0} \rho, \quad (2)$$

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial A_z}{\partial r} \right) + \frac{\partial^2 A_z}{\partial z^2} = -\mu_0 J_z, \quad (3)$$

где ε_0 , μ_0 – диэлектрическая и магнитная постоянные; ρ , J_z – плотности заряда и ток в пространстве дрейфа, зависящие от уровня полей.

Плотности заряда и тока пучка в уравнениях (2), (3) связаны уравнением непрерывности:

$$\text{div } \vec{J} + \frac{\partial \rho_b}{\partial t} = 0.$$

Суммарная плотность заряда в уравнении (2) описывается соотношением:

$$\rho(z, r) = \rho_b(z, r) + (\rho_i + \rho_e(z, r)),$$

где ρ_b , ρ_e – плотности заряда электронов пучка и плазмы; $\rho_i = n_0 q_i = \text{const}$ – плотность заряда ионов плазмы; q_i – элементарный заряд иона.

Начальное условие для плотности заряда электронов пучка задано как $\rho_e|_{t=0} = 0$, что соответствует отсутствию пучка в трубе дрейфа.

Граничные условия для потенциалов задаются исходя из условий идеальной проводимости поверхности стенок трубы ($r=R$) и условия непрерывности потенциалов на оси трубы ($r=0$) и на торцах трубы ($z=0$ и $z=L$):

$$\Phi|_{r=R} = \frac{\partial \Phi}{\partial r} \Big|_{r=0} = \frac{\partial \Phi}{\partial z} \Big|_{z=0} = \frac{\partial \Phi}{\partial z} \Big|_{z=L} = 0,$$

$$A_z|_{r=R} = \frac{\partial A_z}{\partial r} \Big|_{r=0} = \frac{\partial A_z}{\partial z} \Big|_{z=0} = \frac{\partial A_z}{\partial z} \Big|_{z=L} = 0.$$

Компоненты полей пучка вычисляются по формулам дифференцирования потенциалов:

$$E_z = -\frac{\partial \Phi}{\partial z} - \frac{\partial A_z}{\partial t}, \quad E_r = -\frac{\partial \Phi}{\partial r}, \quad B_\theta = -\frac{\partial A_z}{\partial r}.$$

Численная реализация физической модели

Поскольку задача имеет аксиальную симметрию, примем форму макрочастиц в виде колец с прямоугольным сечением. Каждая макрочастица характеризуется координатой (z, r) скоростями V_z, V_r и зарядом Q .

Для решения задачи в область сетку вводится сетка. При самосогласованном решении уравнений модели на каждом шаге в текущий момент времени t сначала находятся макроскопические плотности заряда и плотность тока, входящие в уравнения Пуассона. Для частиц, поступающих на шаге моделирования Δt , в рассматриваемую область, необходимо предварительно воспроизвести их начальное распределение. После этого численно решаются уравнения Пуассона для потенциалов. Решение находится в узлах сетки. Для численного интегрирования уравнений движения необходимо вычислить поля в промежуточных точках, где располагаются частицы. При этом используются

методы интерполирования или численного дифференцирования сеточных функций, иногда со сглаживанием. Далее из уравнений движения также находится расположение частиц в следующий момент времени $t+\Delta t$ и так далее.

Моделирование и анализ результатов

В расчетах параметры пучка и плазмы выбирались близкими к экспериментальным по транспортировке сильноточных пучков в плазменнополненных камерах [1]. А именно, энергия электронов пучка $W_0=10...40$ кэВ, ток пучка $I_0=1...10$ кА, температура плазмы 2 эВ, плотность плазмы $n_0=10^{11}$ см⁻³, индукция магнитного поля $B_z^*=200$ Гс.

Считаем, что ток инжектируемого пучка изменяется во времени по закону:

$$I(t) = \begin{cases} I_0 (t / \tau_\phi) & \text{при } 0 < t < \tau_\phi, \\ I_0 & \text{при } t > \tau_\phi. \end{cases}$$

Здесь τ_ϕ , I_0 – длительность фронта импульса тока и его амплитуда.

При инжекции интенсивного пучка электронов в трубу дрейфа, заполненной плазмой, происходит процесс взаимодействия электронов пучка с электронами плазмы, что приводит к зарядовой нейтрализации пучка его передним фронтом (рис. 1, 2). В результате формируется канал, по которому транспортируется оставшая часть пучка. Таким образом, плазменный канал обеспечивает зарядовую нейтрализацию транспортируемого пучка, и на основную часть импульса пучка действуют только фокусирующие силы со стороны собственного магнитного поля пучка. По мере нейтрализации пространственного заряда уменьшается радиальное расплывание пучка (рис. 2).

Заключение

Из представленных результатов можно сделать вывод, что плотность плазмы $n_0 \sim 10^{11}$ см⁻³ достаточна для прохождения пучком трубы дрейфа при токе $I_0 \sim 10$ кА. Увеличение значения плотности плазмы приводит к пропорциональному росту тока транспортируемого пучка. При этом динамика пучка носит более нестационарный характер и увеличение длительности фронта пучка лучше обеспечивает зарядовую нейтрализацию пучка.

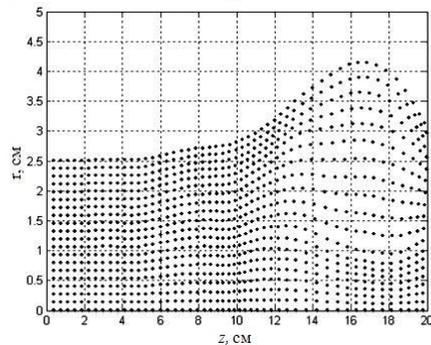


Рис. 1. Конфигурация пучка в плоскости $\{r, z\}$ в момент инжекции $t=2$ нс, $B_z=0$, $I_0=10$ кА, $\tau_\phi=2$ нс, $n_0=10^{11}$ см⁻³

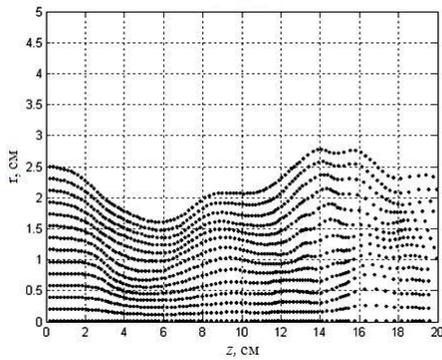


Рис. 2. Конфигурация пучка в плоскости $\{r, z\}$ в момент инъекции $t=2$ нс, $B_z^* = 200$ Гс, $I_0 = 10$ кА, $\tau_\phi = 2$ нс, $n_0 = 10^{11}$ см $^{-3}$

Литература

1. Назаров Д.С., Озур Г.Е., Проскурковский Д.И. Генерация низкоэнергетичных сильнотоочных электронных пучков в пушке с плазменным анодом // Известия вузов. Физика. – 1994. – Т. 37. – № 3. – С. 100–114.
2. Крейндель М.Ю., Литвинов Е.А., Озур Г.Е., Проскурковский Д.И. Нестационарные процессы в начальной стадии формирования сильнотоочного пучка в плазмонаполненном диоде // Физика плазмы. – 1991. – Т. 17. – № 12. – С. 1425–1431.
3. Хокни Р., Иствуд Дж. Численное моделирование методом частиц. – М.: Мир, 1987. – 640 с.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ АРХЕОЛОГИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ НА ОСНОВЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Зубарева О.Т.

Физико-технический институт Уральского отделения Российской академии наук
helga786@mail.ru

Необходимость разработки специализированных методов для выявления связей между археологическими объектами вызвана рядом обстоятельств. В большинстве случаев исследователи используют только один фактор – территориальную близость памятников единой этнокультурной принадлежности. Такой подход позволяет решить задачу на «макроуровне» – выявить ареал распространения археологической культуры. Однако для детализации ситуации необходимо выявление устойчивых центров скопления объектов историко-культурного наследия и анализ связей между ними. Реализация такого подхода требует учета множества факторов, например, ландшафт, гидросеть, особенности структуры комплексов археологических памятников, демографические показатели и т.п. Именно использование нескольких факторов и формирование на их основе интегральных, показателей, позволяет более полно охарактеризовать основные тенденции взаимодействия археологических объектов.

Очевидно, что для расчета обобщающих показателей данные об археологических памятниках должны быть объединены в геоинформационную систему (ГИС). Такая программная среда является оптимальной для реализации данного проекта, так как ГИС в настоящее время используются при создании различных по объему и детальности представления пространственных моделей исторических процессов. Идея анализа карт-моделей заключается в изучении пространственной локализации исторических событий и динамики их развития, что позволяет ставить и решать принципиально новые проблемы исторического исследования [1].

В перечень объектов должны попасть те объекты историко-культурного наследия, которые в каком-то смысле воздействуют своими свойствами на

интегральные характеристики рассматриваемой территории. Такой перечень не ограничен, так как в него по желанию могут быть включены все новые и новые объекты с детализацией их свойств, участвующих в оценке рассматриваемой территории.

В данной работе решается задача реконструкции и визуализации взаимного влияния точечных объектов ГИС. Исходная информация содержится в базе данных: место расположения памятника, его состояние, период существования, автор и степень исследованности и т.д. С точки зрения реконструкции взаимодействия объектов наиболее важными параметрами являются категория памятника, период его существования и географические координаты.

Известен ряд подходов к решению поставленной задачи. Визуальный анализ на основе ГИС [2] является одним из основных методов. Существенный его недостаток – субъективность, так как области скопления объектов определяются экспертами. Более того, невозможность реконструкции взаимосвязи между зонами наибольшей плотности объектов историко-культурного наследия тоже является слабым местом такого подхода.

Основные ограничения других подходов (например, метод территориальных квадратов [3], метод изолиний [4]) связаны с двумерной дискретной аппроксимацией исходных данных. Кроме того, при формировании модели отсутствуют формальные критерии выбора параметров и также используются экспертные оценки при определении параметров модели.

С учетом рассмотренных недостатков существующих методов был разработан альтернативный подход, позволяющий на основе трехмерного моделирования реконструировать взаимосвязи между археологическими объектами.

Визуализация результатов анализа основана на методе построения геометрической модели связей совокупности точечных объектов (археологических памятников). Предполагается, что оцениваемая территория обладает набором свойств и характеристик, которые могут быть представлены в трехмерном виде – поверхностью свойств. При этом для построения поверхности, не зависимо от того, какие участки (зоны) на ней будут выделены и какие произвольные точки местонахождения на этой территории нас интересуют, рассчитываются параметры для каждого точечного объекта (амплитуда и среднее квадратическое отклонение [5]). Источником свойств при оценке зон или всей обследуемой территории может быть каждый выбранный объект этой территории.

Амплитуда геометрической модели влияния памятника каждого типа (значимость объекта ИКН) является постоянной величиной в рамках выборки объектов заданного типа (см. табл.). В отличие от амплитуды среднее квадратическое отклонение (степень затухания влияние объекта) изменяется в зависимости от общего количества памятников всех типов и взаимного расстояния между ними [5]. В соответствии с этим, геометрическая модель исторической территории представляет собой поверхность, форма которой динамично изменяется в зависимости от критериев отбора объектов из БД (параметры SQL-запроса).

Предложенный метод использует расчетные параметры, приведенные в таблице.

Таблица. Расчет амплитуды геометрической модели

Эпоха	А				
	ородиц	селища	могильники	жерт. места	поселен.
мезолит	0	0	0	0	0.8
неолит	0	0.8	0	0	1
эпоха РЖВ	0.7	0.25	0.9	0	0.8
эпоха бронзы	0	0	0	0	1
средневековье	0.5	0.1	0.7	0.95	0.4
новое время	0.7	0.4	0.3	0.95	0.8

Учет вычисленных параметров для каждого памятника (в пределах текущей выборки) позволяет построить набор поверхностей единичных объектов историко-культурного наследия [5] и на основе этих моделей формируется суммарная поверхность. Построенная поверхность (рис. 1) отражает расположение и взаимодействие точечных объектов, анализ которой – в данном случае построение сечений построенной поверхности (рис. 2) – позволит решить задачу реконструкции связей между археологическими объектами.

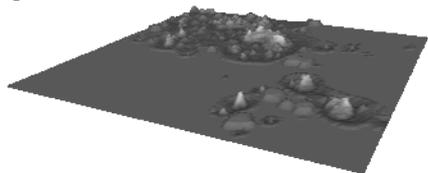


Рис. 1. Поверхность, описывающая взаимодействие точечных объектов

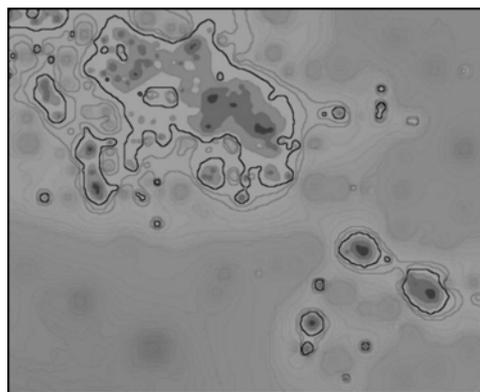


Рис. 2. Сечения поверхности (реконструкция взаимосвязей между объектами)

Предложенный метод апробирован на основе данных, содержащихся в геоинформационной системе «Историко-культурное наследие Удмуртской Республики». Применение разработанной модели исключает недостатки существующих подходов к реконструкции взаимодействия объектов историко-культурного наследия Удмуртской Республики, а также повышает достоверность полученных результатов.

Исследования поддержаны Программой интеграционных и междисциплинарных проектов фундаментальных исследований УрО РАН на 2009-2011 гг.

Литература

1. Владимиров В.Н. Историческая геоинформатика: геоинформационные системы в исторических исследованиях: монография. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2005. – 192 с.
2. Телегина М.В., Беглецова С.В., Князева Л.Ф. Геоинформационная система памятников историко-культурного наследия Удмуртской Республики // Краткие сообщения Института археологии РАН. М.: Наука, 2006. Вып. 220. – С. 184-193.
3. Доорн П. Географическое положение, модели взаимодействия и реконструкция исторических поселений и коммуникаций (на примере Этолии, исторической области Центральной Греции) // История и компьютер: Новые информационные технологии в исторических исследованиях и образовании. Gottingen, St. Katharinen, 1993. – С. 105-140.
4. Ковалевская В.Б. Методы компьютерного картографирования массового археологического материала // Круглый стол «Применение ГИС в археологических исследованиях». Сборник докладов на CD. — М.: Институт археологии РАН, 2004.
5. Зубарева О.Т. Метод моделирования историко-культурного каркаса на основе ГИС-технологий // Сборник трудов VII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и современные информационные технологии». Томск, 25 - 27 февраля 2009 г., ч.2. Томск: Изд-во «СПБ Графикс» – С. 257-258.

ИССЛЕДОВАНИЕ МАТРИЧНОГО АЛГОРИТМА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РАЗРЕЗАНИЯ ГРАФОВ

Погребной Ан. В., Погребной Д.В.
Томский Политехнический университет
Andrey1@sibmail.com

Задача разрезания графов широко используется во многих практических приложениях. В докладе рассматривается граф передачи данных между станциями в локальной вычислительной сети. Вершинами в таком графе являются станции, а рёбра соответствуют передаче данных между станциями. Вес ребра соответствует объёму передаваемых данных. При построении сети на основе нескольких магистралей возникает задача распределения станций по магистралям так, чтобы объем данных, передаваемых между станциями, подключенными к разным магистралям, был минимальным. Такая задача соответствует задаче разрезания графа на минимально связанные подграфы. Вершины, входящие в один подграф соответствуют станциям, подключенным к одной магистрали.

Граф передачи данных является обыкновенным взвешенным графом [1] $G=(S,V,R)$, и описывается матрицей весов рёбер $R = \|r_{ij}\|$,

где r_{ij} – вес ребра $v_{ij} \in V$, $i, j = 1, 2, \dots, n$. Здесь S – множество вершин, V – множество ребёр, n – число вершин в графе. Для разрезания графа используется матричный алгоритм, в основе которого лежит последовательное преобразование матрицы R так, чтобы сумма весов рёбер в подграфах разрезания была максимальной [2].

Работа посвящена экспериментальному исследованию эффективности данного алгоритма при решении конкретных задач. Для проведения исследований, в среде Delphi 7.0 была разработана программа CutGraf. Целью исследования является выявление условий применения алгоритма, влияющих на качество решения задачи. Результат решения задачи разрезания можно представить матрицей R , разбитой на блоки, как это показано на рис. 1. Каждый f -й блок является матрицей связности вершин подграфа G_f . Элементы матрицы R , расположенные вне блоков, определяют число реберного соединения разрезания графа G и образуют область сечения V_c . Матрицу, изображенную на рис.1, относительно матрицы R можно рассматривать в качестве матрицы – шаблона, задающего условия разрезания – размерность графа, состав блоков с указанием размерности каждого из них, привязку блоков к номерам строк и столбцов шаблона. Блоки при этом рассматриваются как потенциальные места назначения вершин графа при включении их в соответствующий подграф. Если такой шаблон наложить на матрицу R графа G , то мы получим исходное разрезание, в котором номера вершин графа совпадают с номерами строк и столбцов шаблона. На рисунке номера строк и столбцов шаблона показаны слева и сверху

соответственно, а номера вершин в разрезании – справа и снизу. При этом индексные множества J_f и J_q включают номера строк и столбцов шаблона, а J_f^* и J_q^* – матрицы R . Для исходного разрезания $J_f = J_f^*$, $J_q = J_q^*$.

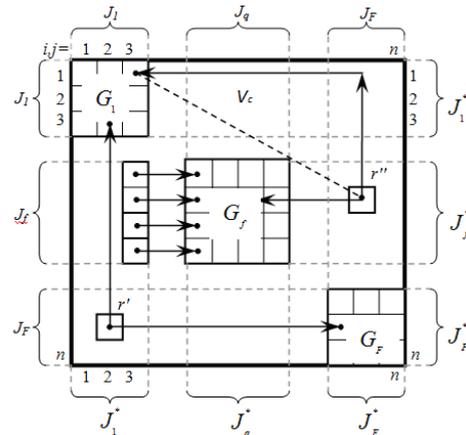


Рис. 1. Иллюстрация матрицы-шаблона

Качество разрезания для графа передачи данных определяется суммой весов реберного соединения разрезания, что соответствует сумме элементов матрицы R , расположенных в области сечения шаблона V_c . Сумму весов элементов области сечения V_c обозначим величиной r . Уменьшить величину r можно путем эквивалентных преобразований матрицы R , перемещая элементы из множества V_c с большими весами в область блоков шаблона. Матрица R и матрица R_k , полученная в результате k -го преобразования, эквивалентны, если каждая из них является матрицей смежности вершин одного и того же графа G . Исходя из этого, задача разрезания заключается в том, чтобы, перемещая элементы из области сечения в область блоков, и сохраняя при этом эквивалентность матрицы R , преобразовать ее к виду, в котором сумма весов элементов области сечения была бы минимальной, а сумма весов элементов области блоков, соответственно – максимальной.

Перемещение элементов с сохранением эквивалентности матрицы осуществляется путём взаимного переноса столбцов и соответствующих строк. Выбор столбцов i и j для взаимного переноса производится на основе оценки μ_{ij} .

Значения величины μ_{ij} соответствует изменению суммы весов элементов в блоках, которое происходит при взаимном переносе столбцов i и j . Среди значений $\mu_{ij} > 0$, подсчитанных для элементов области сечения V_c , выбирается

максимальное и соответствующим столбцам i и j отдаётся предпочтение для взаимного переноса.

Экспериментальные исследования проводились на графах, содержащих 10, 20 и 30 вершин. Для каждого графа менялись условия применения алгоритма: число, размерность и расположение блоков в шаблоне; стратегия выбора оценки μ_{ij} - максимальная среди элементов $v_{ij} \in V_c$ или первая положительная; коэффициент заполнения матрицы R ненулевыми элементами и область изменения их значений. Для фиксированных условий применения в ходе эксперимента определялся разброс значений получаемых локальных оптимумов. В результате исследования было установлено, что разброс составляет не более 10%. С увеличением числа блоков и различия в их размерностях наблюдалась тенденция к увеличению разброса. Рост коэффициента заполнения матрицы ненулевыми элементами и увеличение их значений приводил к снижению разброса.

В ходе исследований была обнаружена возможность перехода от одного локального оптимума к другому. Применяя стратегию преобразования матрицы для положительных и максимальных оценок μ_{ij} , получаем некоторый локальный оптимум. Если работу алгоритма продолжить для оценок $\mu_{ij} \leq 0$, то возможен переход на «склон» к другому локальному оптимуму. Установлено, что переход, как правило, происходит в тех случаях, когда новый локальный оптимум имеет значительное отклонение от достигнутого ранее. В общем случае, при решении задачи, сведенья об отклонении отсутствуют, поэтому предложено дополнить алгоритм режимом работы с оценками $\mu_{ij} \leq 0$. Это позволило после получения исходного локального оптимума частично «прощупать» его окрестности и улучшить решение или получить подтверждение того, что оно далеко не самое плохое.

Пример работы алгоритма показан на рис. 2. Под матрицами на рис.2 в числителе указана сумма весов элементов блоков, а в знаменателе – области сечения V_c . Вторым локальным оптимумом (рис. 2в) получен путём случайного выбора оценки $\mu_{ij} \ll 0$ для выхода из локального оптимума, полученного алгоритмом (рис. 2б).

Последующие более глубокие исследования алгоритма и повышение его эффективности будут проведены после разработки генератора условий выполнения алгоритма для программы CutGraf. Планируется также развитие матричного алгоритма для разрезания графов других типов, в частности двудольных графов[1], получения

компактных разбиений точек, заданных координатами на топологическом поле, и решения других задач.

а)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1				1						5		1		
2					1		5	4		2		7	2	
3				4			6		2		7	5	3	
4	1		4				4		3	9		6	4	
5		1								3	5		5	
6							5						6	
7		5	6	4			5	3				4	7	
8		4						3			9		8	
9	5		2	3									5	9
10		2		9	3				9				2	10
11			7		5									11
12		7	5	6				4		5	2			12
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		

№ 1 - 30/184

б)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1		5		1								1	
2	5		5	3						2		9	
3		5		6	2		4		7	5		12	
4	1	3	6		9		4			4		4	
5			2	9					9	2		3	10
6							5						6
7		4	4			5		3	5	6		7	
8						9	3	3	4			8	
9			7		2		5	4				1	2
10		2	5	4			6				7	3	
11										7	5	11	
12					3				1		5	5	
	1	9	12	4	10	6	7	8	2	3	11	5	

№ 5 - 120/94

в)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1		9	3				2		9	2		10	
2	9						4	3				8	
3	3			5		1						5	
4			5		7							11	
5				7				6	4	5	2	3	
6	2	4	1				5		7			2	
7		3			6	5		4	4		5	7	
8	9				4	4		6	3		1	4	
9	2				5	7	4	6		5		12	
10					2			3	5			5	9
11							5					6	
12									1		5	1	
	10	8	5	11	3	2	7	4	12	9	6	1	

№ 15 - 126/88

Рис. 2. а – исходный вариант матрицы;
 б – результат работы алгоритма;
 в – второй локальный оптимум

Литература

1. Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход. – М., Мир, 1978. – 432с.
2. Погребной В.К. Матричный алгоритм решения задачи разрезания графов // Известия ТПУ. – 2007. – Т.310. –№5. – С. 91-96.

КОРРЕКЦИЯ СКОРОСТНОГО ЗАКОНА ПО ДАННЫМ НЕПРОДОЛЬНОГО ВЕРТИКАЛЬНОГО СЕЙСМИЧЕСКОГО ПРОФИЛИРОВАНИЯ

Речкин М.С., Степанов Д.Ю.

Томский политехнический университет
w00x@sibmail.com

При проведении сейсморазведочных работ методом вертикального сейсмического профилирования (ВСП) скорости продольных волн оценивают по времени первого вступления на наблюдаемом волновом поле с ближнего пункта возбуждения (ПВ) [1, 2]. Так как анализ проводится по однократному наблюдению, полученному с помощью перестановки приемников и многократного возбуждения, и наблюдаемое поле осложнено помехами, оценка интервальных скоростей обычно обладает значительными погрешностями. Последующие процедуры обработки полей ВСП (приведение поля к вертикали, построение временных и глубинных разрезов и т. п.) предъявляют повышенные требования к используемому скоростному закону. Поэтому на практике интервальные скорости не применяют, а используют пластовые скорости, полученные путем усреднения интервальных скоростей или из усредненных времен по глубине. Тем самым повышается точность скоростного закона, но теряется разрешенность. Улучшение качества оценки без потери разрешенности можно добиться путем разработки алгоритма коррекции скоростей, учитывающего результаты наблюдений не только с ближнего ПВ (продольное ВСП), но и с удаленных ПВ (непродольное ВСП) [1].

При первичной обработке материалов ВСП осуществляют ввод статической поправки, позволяющей получить сейсмограмму ВСП для одинаковых условий возбуждения [2]. Определение величины поправки осуществляется по записи контрольного канала и в ряде случаев не учитывает все изменения в системе наблюдений. Исходя из этого, наблюдаемое время прихода прямой продольной волны можно записать как:

$$t^h(h) = t(h) + \Delta t(h), \quad (1)$$

где $t^h(h)$ – наблюдаемое время, $t(h)$ – теоретическое время прихода волны, $\Delta t(h)$ – величина, определяющая отклонение наблюдаемого времени от теоретического, в общем случае имеет случайный характер. Пусть величину $\Delta t(h)$ представима в виде:

$$\Delta t(h) = \tau(h) + \delta(h),$$

где $\tau(h)$ – ошибка ввода статической поправки, $\delta(h)$ – случайная величина с нулевым математическим ожиданием, обусловленная ошибками измерений. Далее будем считать, что $\tau(h)$ не зависит от глубины h .

Рассмотрим проведение ВСП с M пунктами возбуждения, удаленными от скважины на расстояния: L_1, L_2, \dots, L_M , и N пунктами приема. Пусть в результате получено M наблюдаемых

времен первых вступлений прямых продольных волн, которые согласно (1) можно записать в виде:

$$t_k^h(h) = t_k(h) + \tau_k, \quad k=1, 2, \dots, M,$$

где $t_k(h)$ – теоретическое время прихода на глубину h с k -го ПВ, τ_k – ошибка в определении статической поправки для k -го ПВ.

Для анализа ошибок статических поправок будем использовать матрицу невязок наблюдаемых данных и принятой скоростной модели среды. Построение такой матрицы предлагается проводить по следующей схеме:

1. Решается обратная задача: рассчитываются скоростные законы $\{V_k\}_{k=1}^M$ для каждого пункта возбуждения по наблюдаемым временам первых вступлений [3].
2. Скоростной закон V_i принимается как базовый ($i=1$).
3. Решается прямая задача, используя базовый закон: находят теоретические времена $t_k(h)$ для всех пунктов возбуждения.
4. В i -й столбец матрицы T записываются величины, определяемые выражением

$$\tau_{k,i} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N [t_k^h(h_n) - t_k(h_n)], \quad i=1, 2, \dots, M,$$

средние невязки наблюдаемого и теоретического времени для k -ого ПВ.

5. Пункты 2–4 повторяются, в предположении истинности других скоростных законов.

Матрицу невязок T можно использовать для коррекции наблюдаемых времен и, соответственно, скоростных законов с разных ПВ. Для этого предлагается следующая последовательность действий:

1. Рассчитывается матрица невязок T по наблюдаемым временам.
2. Выбираются 2 столбца λ_{\min} и λ_{\max} матрицы T по следующим критериям

$$\lambda_{\min} = \arg \min_{\lambda \in [1, M]} \left\{ \frac{1}{M-1} \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq k}}^M \tau_{i,k} \right\},$$

$$\lambda_{\max} = \arg \max_{\lambda \in [1, M]} \left\{ \frac{1}{M-1} \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq k}}^M \tau_{i,k} \right\}.$$

3. Находятся скорректированные наблюдаемые времена:

$$t_k^{h(\min)}(h) = t_k^h(h) - \tau_{k,\lambda_{\min}}, \quad t_k^{h(\max)}(h) = t_k^h(h) - \tau_{k,\lambda_{\max}},$$

и по скорректированным временам рассчитываются новые матрицы невязок: T_{\min} и T_{\max} .

Из выбранных столбцов λ_{\min} и λ_{\max} выбирается тот, использование которого при коррекции времен приводит к меньшей норме матрицы T . За норму $\|T\|$ можно принять среднее значение модулей элементов матрицы.

4. Коррекция времен (пункты 2–4) происходит до выполнения одного из двух условий:

- условие достижения требуемой нормы: $\|T\| < \varepsilon$, где ε – порог;
- условие неэффективности дальнейших итераций: $\|T_j\| - \|T_{j-1}\| \geq 0$, где T_j – матрица невязок, рассчитанная на j -ой итерации.

В результате выполнения вышеописанного алгоритма, оценки интервальных скоростей по скорректированным временам будут содержать только ошибку, обусловленную ошибками измерения времени первого вступления. Для анизотропной и горизонтально-слоистой среды

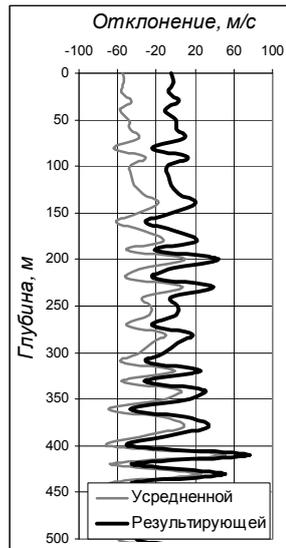
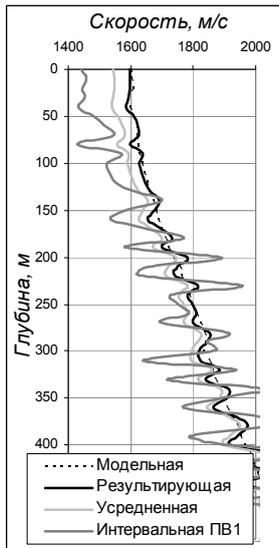


Рис. 1 Модельная и Рис. 2. Отклонение интервальные скорости от оценок модельной скорости

следует ожидать, что данные оценки являются несмещенными. Поэтому коррекция скоростного закона может быть выполнена за счет усреднения по ансамблю:

$$V^{кор}(h) = \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M V_k^{кор}(h),$$

где $V_k^{кор}(h)$ – интервальная скорость, рассчитанная по скорректированному времени k -ого ПВ.

Данный алгоритм использован и апробирован на модельных материалах. Параметры моделей выбирались из условий проведения работ ВСП на территории Западной Сибири, а в качестве скоростного закона выбраны интервальные скорости, полученные на реальных материалах одной из скважин Томской области (далее – модельная скорость). Система наблюдения задавалась вертикальной скважиной с глубиной

забоя 3220 м, расстановкой сейсмоприемников равномерно по глубине с шагом 10 м и пятью пунктами возбуждения с удалениями от устья скважины на расстояния: $L_1=150$ м, $L_2=500$ м, $L_3=1000$ м, $L_5=1500$ м.

Для исследования алгоритма коррекции скоростного закона на помехоустойчивость датчиком случайных чисел задавалась случайная величина $\delta(h)$ с равномерным законом распределения на интервале $[-0,5; 0,5]$ мс. В качестве ошибок ввода статических поправок принята модель:

$$\tau_1=16\text{мс}, \tau_2=24\text{мс}, \tau_3=12\text{мс}, \tau_4=18\text{мс}, \tau_5=0\text{мс}.$$

На рис. 1 показаны графики модельной скорости, усредненной оценки интервальных скоростей до коррекции и результирующего скоростного закона (усреднение после коррекции) в верхней части разреза. На рис. 2 приведены графики отклонений расчетных скоростей от модельной. Усреднение оценок скоростей без коррекции наблюдаемых времен приводит к получению смещенной оценки. Из рисунков видно, что после коррекции наблюдаемых времен с помощью представленного алгоритма результирующая скорость является несмещенной оценкой.

Таким образом, случайное однородное отклонение времен влечет за собой случайную неоднородную ошибку оценивания скорости. Неоднородность данной ошибки обусловлена рекуррентным алгоритмом оценки скоростей [3]. Разработанный алгоритм коррекции позволяет минимизировать влияние ошибки ввода статической поправки и, тем самым, получить несмещенные оценки интервальных скоростей, а так же уменьшить разброс скорости, обусловленный случайной величиной $\delta(h)$.

Литература

1. Гальперин Е.И. Вертикальное сейсмическое профилирование. 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Недра, 1982. – 344 с.
2. Сейсморазведка. Справочник геофизика / Под ред. И.И. Гурвича, В.П. Номоконова. – М.: Недра, 1981. – 464 с.
3. Речкин М.С. Алгоритм оценки скоростного закона по данным ВСП // Молодежь и современные информационные технологии: Сбор. трудов VII Всеросс. научно-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых – Томск, 25-27 февраля 2009. – Ч. 1. – Томск: Изд-во «СПб Графикс», 2009. – С. 179–181.

ЛОКАЛИЗАЦИЯ КОНТРАСТНЫХ УЧАСТКОВ ИЗОБРАЖЕНИЯ ПРИ ПОМОЩИ АЛГОРИТМА ВОСХОДЯЩЕГО ВНИМАНИЯ

Худоба Е.Н., Аксенов С.В.

Томский политехнический университет
khen@vtomske.ru

В настоящее время существует много систем, которым необходимо обрабатывать получаемые с камеры графическое изображение или видеопоток. Например: системы распознавания лиц, системы мониторинга дорожного движения, системы автоматического управления транспортным средством и другие. Как правило, такие системы относятся к системам мониторинга и распознавания образов. Очевидно, что для подобных систем количество производимых вычислений является критическим фактором. Таким образом, актуальность проблемы заключается в увеличении эффективности вычислений систем мониторинга и распознавания образов.

Очевидным решением проблемы является анализ не всего изображения или кадра видеопотока, а только наиболее значимой их части, поэтому целью работы является повышение эффективности систем мониторинга и распознавания образов путем выделения контрастных фрагментов в графическом изображении или видеопотоке.

Поставленную задачу позволяет решить алгоритм восходящего внимания. Он позволяет выделять наиболее контрастные области анализируемого изображения и, в зависимости от дальнейшей задачи, либо не анализировать область за пределами выделенной зоны внимания, либо изменить порядок анализа изображения так, чтобы дальнейший анализ происходил в порядке убывания значимости анализируемых фрагментов изображения. В любом случае время реакции системы должно уменьшаться, что является очень важным критерием для таких систем, как системы автоматического управления транспортным средством.

В данной работе используется алгоритм восходящего внимания (на рисунке 1 изображена общая структура), представляющий собой модификацию Итти[1], основанную на модели восходящего внимания представленную Ульманом и Кохом[2]. Используя линейные фильтры, из исходного изображения выделяются такие низкоуровневые нормализованные признаки, как интенсивность(I), красный(R), зеленый(G), синий(B) и желтый(Y) цвета. Нормализация проводится по следующим формулам (отрицательные значения

устанавливаются в ноль):

$$I = \frac{r+g+b}{3},$$

$$R = r - \frac{g+b}{2}, \quad G = g - \frac{r+b}{2}, \quad B = b - \frac{r+g}{2},$$

$$Y = r+g - 2 * (|r-g| + b).$$

где r, g, b – соответственно красный, зеленый и синий цвета исходного изображения.

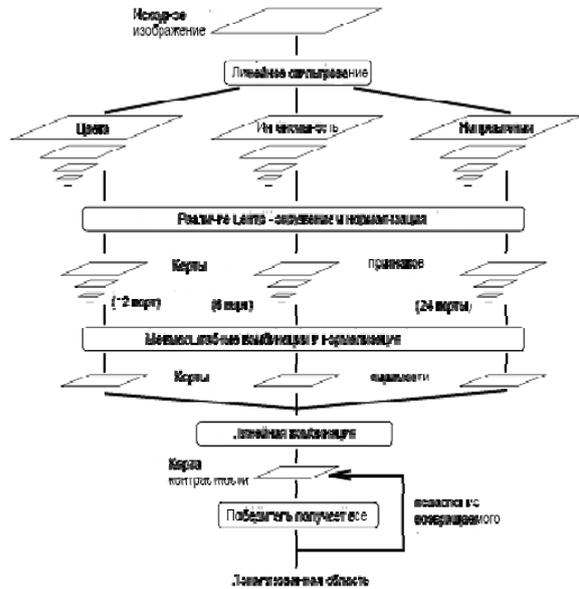


Рис. 1. Общая структура модели

Для интенсивности и цветов строятся пирамиды Гаусса[3]. Кроме того, для интенсивности вычисляются пирамиды Габора[4] (для углов 0°, 45°, 90° и 135°), с помощью которых и определяется локальная направленность (O_g) в изображении.

Используя различие центр-окружение, из полученных пирамид вычисляются карты признаков ($c \in \{2,3,4\}$ и $s = c + \delta$, где $\delta \in \{3,4\}$):

$$F_{I,c,s} = \mathcal{N}(|I(c) \ominus I(s)|)$$

$$F_{R,c,s} = \mathcal{N}(|(R(c) - G(c)) \ominus (R(s) - G(s))|)$$

$$F_{B,c,s} = \mathcal{N}(|(B(c) - Y(c)) \ominus (B(s) - Y(s))|)$$

$$F_{O_g,c,s} = \mathcal{N}(|O_g(c) \ominus O_g(s)|)$$

где \ominus - операция поэлементного вычитания уровней окружения (s) из уровней центра(c) указанных пирамид, для этого уровень окружения интерполируется до размера уровня центра; $\mathcal{N}(\cdot)$ - оператор нормализации карты признака (для детали смотри [1]).

Комбинируя полученные карты признаков, вычисляются 3 карты видимости: интенсивности (C_I), цветов (C_C) и локальной направленности (C_O). Например:

$$C_I = \bigoplus_{c=2}^4 \bigoplus_{s=c+3}^{c+4} \mathcal{N}(F_{I,c,s})$$

$$C_C = \bigoplus_{c=2}^4 \bigoplus_{s=c+3}^{c+4} (\mathcal{N}(F_{R,c,s}) + \mathcal{N}(F_{B,c,s}))$$

$$C_0 = \sum_{c \in \{0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ\}} \mathcal{N} \left(\bigoplus_{c=2}^4 \bigoplus_{s=c+8}^{c+4} \mathcal{N}(F_{100}) \right)$$

Их линейная комбинация представляет общую

$$\text{карту контрастности}(S): S = \frac{1}{3} (C_r + C_c + C_0)$$

Формулы получения карты контрастности из карт признаков могут варьироваться для наилучшего выделения из исходного изображения необходимых объектов.

Получив карту контрастности, можно выделить области фокусировки внимания и определить порядок их обработки на последующих этапах. Для этого в представленной модели восходящего внимания используется двумерная нейронная сеть типа WTA (winner take all - победитель получает все). Как можно догадаться из названия результатом работы нейронной сети является локальная область изображения с наибольшей контрастностью, которая и является самым первым претендентом на дальнейшую обработку. При этом выделенная область изображения подавляется, то есть указанная область на карте контрастности перестает относиться к области фокусировки внимания. Используя новую карту контрастности, нейронная сеть определяет следующую область фокусировки внимания и так далее.

На приведенном примере (рис. 2) видно как алгоритм выделяет милиционера, контролирующего движение, и 2 машины, двигающиеся по правой полосе, наиболее приоритетными объектами для дальнейшего анализа. Данный пример показывает, что алгоритм восходящего внимания можно использовать, например, в системе автоматического управления транспортным средством для увеличения эффективности ее работы.

Алгоритм восходящего внимания может работать независимо от конечной цели обработки изображения, но при необходимости он может быть настроен выделение объектов с указанными низкоуровневыми параметрами. В основе работы этого алгоритма лежат низкоуровневые признаки объектов, что позволяет эффективно обрабатывать сложные сцены. Кроме того, несомненным плюсом данной модели внимания является её скорость работы и широкие возможности по распараллеливанию алгоритма.

В работе был рассмотрен алгоритм восходящего внимания, а также показана его практическая применимость для увеличения эффективности работы системы автоматического управления транспортным средством.

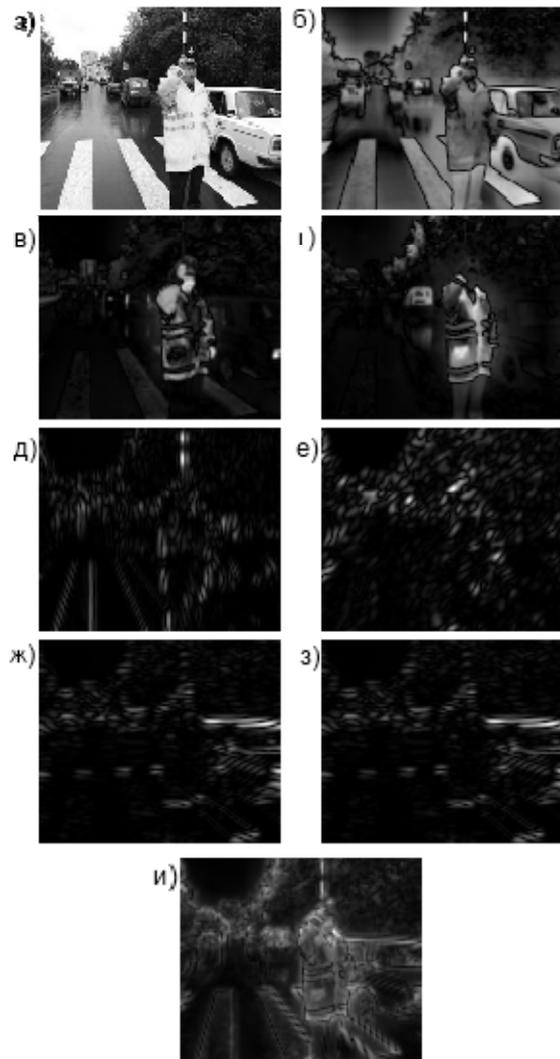


Рис. 2. Пример работы алгоритма. а) исходное изображение; б) карта контрастности интенсивности; в) карта контрастности красного и зеленого цветов; г) карта контрастности синего и желтого цветов; д-з) карты локальной направленности соответственно 0° , 45° , 90° , 135° ; и) общая карта контрастности

Литература

1. L. Itti, C. Koch, and E. Niebur. A model of saliency-based visual attention for rapid scene analysis// IEEE PAMI, vol.20 - 1998 – p. 1254–1259.
2. C. Koch and S. Ullman. Shifts in selective visual-attention towards the underlying neural circuitry//Human Neurobiology, vol. 4 - 1985 - p. 219–227.
3. J. Clark and N. Ferrier. Control of visual attention in mo-bile robots// IEEE Conference on Robotics and Automation - 1989 - p. 826–831.
4. R.Manduchi, P. Perona, and D. Shy. Efficient deformable filter banks// IEEE T. on Signal Processing, 46(4) – 1998 – p. 1168–1173.

СТОХАСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК СРЕДСТВО ИЗУЧЕНИЯ НАНОСТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В МЕТАЛЛАХ

Никитина Н.А., Денисова Н.Ф.

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д.Серикбаева
nattisha@mail.ru

Введение

В настоящее время компьютерное моделирование является важным инструментом теоретических методов исследований в разных областях знаний, в том числе и в физике.

Использование различных методов компьютерного моделирования в физике твердого тела имеет огромное практическое значение, поскольку исследовать изменения, происходящие в металлах на наноструктурном уровне, в реальных экспериментах не представляется возможным.

Рассмотрим подробнее возможности применения некоторых методов компьютерного моделирования для исследования диффузионных процессов в металлах и сплавах.

Стохастические методы компьютерного моделирования (метод Монте-Карло) имеют преимущество перед другими в том случае, когда исследуемая физическая система имеет большое количество степеней свободы.

При применении детерминистических методов (метод молекулярной динамики) объем вычислений, необходимых для получения результата с заданной точностью, быстро увеличивается с ростом размерности исследуемого расчетного блока, при использовании же стохастических методов объем вычислений от его размерности не зависит.

Использование метода Монте-Карло позволяет эффективно осуществлять прямое компьютерное моделирование физических систем на атомарном уровне, что необходимо для исследования структурно-энергетических перестроек атомов и структуры дефектов в упорядоченных сплавах.

Развитие таких математических моделей и алгоритмов компьютерного моделирования является на сегодняшний день актуальной задачей создания конструкционных материалов.

Использование метода Монте-Карло для моделирования диффузионных процессов

Метод Монте-Карло позволяет заменить точное поведение системы стохастическим процессом. В данном методе система совершает случайные блуждания по расчетной ячейке, причем за начальное состояние принимается некоторое регулярное положение частиц.

Каждому состоянию приписывается определенная вероятность, и система после совершения некоторого количества шагов становится равновесной.

Критерием, по которому оценивается вероятность перехода системы из одного состояния в другое, может служить энергия данной системы.

Для реализации такого перехода вырабатывается случайная величина $0 \leq \eta \leq 1$, и если $\eta \leq \exp\{-E_{ij}/kT\}$, то переход совершается, в противном случае частица остается в прежнем состоянии.

Метод Монте-Карло предпочтителен при исследовании и изучении процессов протекающих на больших интервалах времени и когда отсутствуют представления и сведения о последовательности элементарных актов, переводящих систему из одного состояния в другое.

Целью проведения компьютерного эксперимента является исследование методом стохастических испытаний структурно-энергетических перестроек атомов в металлах и сплавах. В качестве объектов исследования взяты упорядочивающиеся сплавы (Ni-Al, Cu-Au) и металлы (Ni, Al, Cu, Au).

Моделируемая система содержит атомы сортов А и В, которые находятся в узлах жесткой гексагональной кристаллической решетки. На систему накладываются периодические граничные условия, т. е. если смещение выводит частицу за пределы расчетной ячейки, то она входит в нее с противоположной стороны.

В эксперименте задается концентрация вакансий и температура материала, которая считается неизменной во времени и пространстве.

В эксперименте учитывается только вакансионный механизм диффузии, а радиус межатомного взаимодействия ограничивается двумя первыми координационными сферами.

В этом случае в гексагональной решетке обмен положениями между атомом и вакантным узлом наиболее вероятен, так как требует меньших затрат энергии.

Для решения поставленной задачи используется простая модель диффузионного процесса атомного разупорядочения двумерного сплава с кристаллической решеткой, соответствующей модели Изинга.

Энергии парных связей атомов φ_{ij} зависят от радиуса координационной сферы и сортности рассматриваемых атомов (α, β могут принимать значения А, В и V). Энергии связи $\varphi_{\alpha\beta}$ и $\varphi_{\beta\alpha}$ полагаем равными нулю, поскольку энергия вакансия-атом обычно на порядок меньше чем между атомами.

Такие приближения хотя и огрубляют модель, но в тоже время позволяют исключить влияние

различных факторов и уменьшить число параметров модели.

Полагается, что состояние системы при разупорядочении сплава изменяется только в дискретные моменты времени с шагом Δt , а связь текущего момента времени t_k с числом временных шагов k задается формулой $t_k = k\Delta t$. Таким образом, величина Δt выступает условной единицей времени.

Вводится вероятность Q того, что один из атомов, расположенных вблизи вакантного узла, в момент времени t_k займет его место:

$$Q = \exp\left(-\frac{E^V}{kT}\right) \quad (1)$$

где T – температура отжига сплава, E^V – энергия активации прыжка вакансии, k – постоянная Больцмана. Энергию E^V полагаем равной некоторому усредненному по пространству и времени значению.

Вероятность Q может быть также записана через вероятности p_{kl} перескока k -го атома, расположенного на l -ой координационной сфере:

$$Q = \sum_{k=1}^4 \sum_{l=1}^n p_{kl} \quad (2)$$

Считаем, что на вероятность p_{kl} влияют следующие факторы: номер координационной сферы, на которой расположен атом, совершающий прыжок; величина высвобождаемой или затрачиваемой в процессе обмена энергии и температура отжига сплава.

Причем, вероятность перехода атома в вакантный узел тем больше, чем к большему выигрышу (меньшему проигрышу) энергии приводит этот переход.

Кроме того, при низких температурах основную роль должен играть энергетический фактор, а рост температуры - приводит к ослаблению влияния энергетика: вероятности перескока разноразных атомов, окружающих вакансию, должны выравниваться.

Предполагаемая величина высвобождаемой (затрачиваемой) энергии E_{kl} рассчитывается для каждого из двенадцати атомов, окружающих вакансию. Из всех E_{kl} выбирается максимальное значение E_{max} и далее вычисляются следующие промежуточные величины:

$$D_{kl} = E_{kl} + (E_{max} - (1 - b)E_{kl}) \quad (3)$$

где $k = \overline{1, 6}, l = \overline{1, n}$.

Здесь величина $0 < b < 1$ характеризует влияние температуры на элементарный акт процесса упорядочения:

$$b = 1 - \exp(-\chi T) \quad (4)$$

где $\chi > 0$ - эмпирическая константа модели.

Вероятности p_{kl} определяются в виде:

$$p_{kl} = \frac{Q(E_{max} - (1 - b)D_{kl})}{A} \quad (5)$$

Константа нормировки, обеспечивающая выполнение условия (2):

$$A = \sum_{k=1}^4 \sum_{l=1}^n (E_{max} - (1 - b)D_{kl}) \quad (6)$$

Как видно из формул (1) – (6), при низких температурах величина b стремится к нулю; параметры D_{kl} оказываются близкими к соответствующим значениям E_{kl} ; вероятности p_{kl} в наибольшей степени зависят от энергии, высвобождаемой при прыжке вакансии. При увеличении температуры b приближается к единице, вероятности p_{kl} выравниваются, стремясь к значению $p_{kl} = Q/12$.

Заключение

Дальнейшая работа в данном направлении заключается в разработке двумерной модели на основе метода Монте-Карло, которая позволит в зависимости от начальных условий моделировать структурно-энергетические изменения атомов в заданном металле (сплаве).

По результатам проведенных экспериментов необходимо определить влияние температуры и времени компьютерных экспериментов, размеров и формы взаимодействующих частиц, наличия точечных дефектов (вакансий, бивакансий) и избыточного свободного объема на характер изменений, происходящих в металлах (сплавах) на атомарном уровне.

Литература

1. Андрухова О. В. Компьютерное моделирование атомного упорядочения и фазового перехода порядок-беспорядок в бинарных сплавах стехиометрического состава. – Барнаул, 1997. – 225 с.
2. Хеерман Д. В. Методы компьютерного эксперимента в теоретической физике: Пер. с англ./ Под ред. С.А. Ахманова.- М.: Наука, 1990. – 176 с.

ЭВОЛЮЦИОННЫЙ СИНТЕЗ НЕЙРОСЕТЕВЫХ КЛАССИФИКАТОРОВ

Грязнов А.С.

Омский государственный технический университет

magrover@mail.ru

В настоящее время при решении большого количества различных задач возникает проблема автоматической классификации. Существует множество прикладных областей, в которых ставятся и решаются задачи классификации: распознавание визуальных объектов, спам-фильтров[4], детектирования вредоносных атак и новых типов вредоносных программ. Процесс классификации, потребность в котором существует в этих предметных областях, в общем, может быть представлен следующим образом: эксперт, хорошо разбирающийся в предметной области задачи, разбивает ограниченную группу объектов на классы. Поскольку работа эксперта представляет собой ценный и ограниченный ресурс, возникает задача автоматического (без участия эксперта) отнесения нового (не исследованного экспертом) объекта к тому или иному классу на основании известных параметров этого объекта. Исходными данными для решения поставленной задачи могут служить либо примеры объектов, уже классифицированных экспертом, либо определенные знания о предметной области. Один из методов построения автоматического классификатора основывается на использовании искусственных нейронных сетей (ИНС) [3]. Приведём примерный алгоритм построения классификатора:

1. Работа с данными – составление обучающего и тестового множеств примеров, характерных для данной задачи.
2. Предварительная обработка данных, для этого необходимо:
 - 2.1. выбрать систему признаков, нормализации и т.д.
 - 2.2. выбрать систему кодирования выходных значений.
3. Конструирование, обучение и оценка качества сети, для этого необходимо:
 - 3.1. выбрать функцию активации нейронов
 - 3.2. выбрать алгоритм обучения сети (Например QProp, RProp).
 - 3.3. выбрать топологию сети: количество слоев, число нейронов в слоях и т.д.
 - 3.4. обучить и оценить качество работы сети, если требуется оптимизировать архитектуру. Остановится на варианте сети, который обеспечивает наилучшую способность к обобщению и оценить качество работы по тестовому множеству.
4. Использование и диагностика:
 - 4.1. Выяснить степень влияния различных факторов на принимаемое решение (эвристическим методом).
 - 4.2. Убедится, что сеть дает требуемую точность классификации (число неправильно распознанных примеров мало). При необходимости вернуться к шагу 2.

4.3. Практически использовать нейронную сеть для решения задачи.

Из алгоритма видно (шаги 3.2, 3.3, 3.4), что выбор топологии и настройка весов связей ИНС являются одними из важнейших этапов при использовании нейросетевых технологий для решения практических задач. От этих этапов напрямую зависит качество (адекватность) автоматического классификатора. Задача одновременной настройки весов и структуры нейросети, формально не решена, и поэтому является сложной переборной проблемой. Использование механизмов генетической эволюции для решения данной задачи кажется естественным, поскольку модели нейронных сетей разрабатываются по аналогии с мозгом и реализуют некоторые его особенности, появившиеся в результате биологической эволюции. В данной работе описывается разработанный алгоритм SEA – Combined Evolutionary Algorithm.

В разработанном алгоритме рассматривается популяция нейронных сетей. Генетическая информация каждой особи содержит информацию о связях сети и их весах, она представлена в виде особых графов. Пример генотипа приведен на рис. 1. В качестве узлов генома-графа используются:

- ИНС – это корень дерева, он имеет столько дочерних узлов, сколько будет выходных нейронов у ИНС.
- n-Нейрон – это нейрон с n-входами. У него $2 \cdot n$ потомков. Первые n – это либо входы ИНС, либо нейроны. Вторые n – это арифметические подграфы. Результатами, которых являются вещественные числа, т.е. веса.
- n-Вход – это входной нейрон, связанный с n-ой переменной. У данного типа узлов не может быть дочерних.
- Множество арифметических операций (+, -, *, %), где % - защищенное деление (не выдает сообщение об ошибке деления на 0, а возвращает 1). На основе арифметических подграфов вычисляются веса связей между нейронами. В качестве констант арифметического подграфа используются случайные числа из диапазона [-4,4]. Данный способ соответствует разновидности косвенного метода кодирования информации о структуре сети [2].

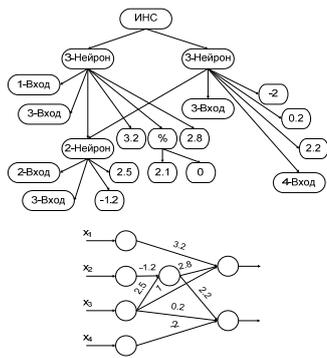


Рис. 1. Генем особи (граф) и полученная на его основе ИНС

При оценке особей составлялись соответствующие им нейронные сети, и вычислялась ошибка выхода по формуле:

$$E = \frac{1}{2N_s} \sum_i \sum_j \left(d_{ij} - y_{ij} \right)^2, \text{ где } d_{ij} \text{ и } y_{ij} - \text{соответственно}$$

реальное и требуемое значения сигнала j -го выходного нейрона на i -м обучающем наборе данных, N_s – число наборов в обучающей выборке, N_d – число выходов сети. В качестве функции полезности (fitness-функции) для оценки каждой особи (конфигурации ИНС) использовалась: $fitness = E + N * P$, где E – ошибка обучения нейронной сети, N – количество нейронов в сети, P – стоимость одного нейрона. Для скрещивания отбирались особи, fitness которых меньше средней. В процессе репродукции и использования 1-точечного модифицированного кроссовера получают два потомка, которые переходят в следующее поколение. Работа модифицированного кроссовера очень похожа на классический оператор скрещивания генетического программирования (ГП) [1], т.е. выбираются случайные части родительских графов и эти части меняются местами. Но так как на выбранные подграфы возможны внешние связи, их необходимо обновить. Для этого в полученном графе выбираются случайным образом узлы и с ними устанавливаются связи. Механизм мутации предусматривает добавление и удаление нейронов и связей, а также изменение случайной связи на произвольную величину, это делается путём случайного удаления части графа и заменой новым подграфом. Внешние связи после выполнения оператора мутации восстанавливаются точно таким же способом как в кроссовере. Для операторов мутации и кроссовера характерны следующие ограничения: максимальная сложность графа и типизированность узлов. После мутирования с некоторой вероятностью «адаптации» вычисляются приращения для весов по следующей формуле:

где $0 < \eta^- (=0.5) < 1 < \eta^+ (=1.2)$. Величина приращения усиливается фактором η^+ в том случае, когда ошибка сходится к минимуму и производная не меняет знак.

$$\Delta_i^{(i)} = \begin{cases} \eta^+ \Delta_i^{(i-1)}, \text{ если } \frac{\partial E(w)^{(i-1)}}{\partial w_i} \frac{\partial E(w)^{(i)}}{\partial w_i} > 0 \\ \eta^- \Delta_i^{(i-1)}, \text{ если } \frac{\partial E(w)^{(i-1)}}{\partial w_i} \frac{\partial E(w)^{(i)}}{\partial w_i} < 0 \\ \Delta_i^{(i-1)}, \text{ если } \frac{\partial E(w)^{(i-1)}}{\partial w_i} \frac{\partial E(w)^{(i)}}{\partial w_i} = 0 \end{cases}$$

Значения весов модифицируются в соответствии с направлением убывания градиента

$$\Delta w_i^{(i)} = \begin{cases} \Delta_i^{(i)} \operatorname{sgn} \left[\frac{\partial E(w)^{(i)}}{\partial w_i} \right], \text{ если } \frac{\partial E(w)^{(i-1)}}{\partial w_i} \frac{\partial E(w)^{(i)}}{\partial w_i} \geq 0 \text{ где } \operatorname{sgn}[*] \\ -\Delta_i^{(i)}, \text{ если } \frac{\partial E(w)^{(i-1)}}{\partial w_i} \frac{\partial E(w)^{(i)}}{\partial w_i} < 0 \end{cases}$$

– функция знака. Когда производная ошибки изменяет знак, показывая, что минимум пропущен, происходит возврат к предыдущему значению веса $w_i^{(i-1)}$ и обнуление значение производной $\frac{\partial E(w)^{(i)}}{\partial w_i}$. Такой алгоритм

представляет собой итерационный процесс.

Предлагаемый СЕА алгоритм позволяет получать более точные нейросетевые модели за счёт рассмотрения «нестандартных», нерегулярных топологий. При помощи него был разработан классификатор, детектирующий аномалии в работе пользователя через АРМ или иное ПО с СУБД Oracle. Входными данными служили: информация об объёме загружаемых данных из базы данных за контрольный период в килобайтах, количество транзакций в минуту, количество операций модификации данных в минуту, признаки обращения к словарию базы данных. Большинство клиентских АРМ к словарию не обращается, что отличает их от средств разработки и администрирования. В результате работы СЕА была получена многослойная ИНС, без обратных связей, содержащая один скрытый слой из двух нейронов, ошибка обучения менее 0,01. В ходе тестирования было показано, что ИНС с успехом детектирует деятельность злоумышленника или различные аномалии в работе пользователя.

Литература

1. Гладков Л.А., Курейчик В.В., Курейчик В.М., Под ред. В.М. Курейчика. Генетические алгоритмы. 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 320с.
2. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л., Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечёткие системы: Пер. с польск. И.Д. Рудинского. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006 – 452 с.:ил.
3. Хайкин, Саймон, Нейронные сети: полный курс, 2-е издание. Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.: ил. – Парал. тит. англ.
4. Официальный сайт Пола Грэма [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.paulgraham.com/spam.html>, свободный.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕТВЛЕНИЯ МИНИМАЛЬНЫХ ЛЕВЫХ ИДЕАЛОВ ГРУППОВОЙ АЛГЕБРЫ СИММЕТРИЧЕСКОЙ ГРУППЫ

Запорожцев И.Ф.

Научный руководитель: Богомолов Р.А.
Мурманский государственный технический университет
zif1991@mail.ru

Пусть F – алгебраически замкнутое поле нулевой характеристики, S_n – симметрическая группа на множестве символов $\{1, 2, \dots, n\}$ и $F[S_n]$ – её групповая алгебра над полем F .

Следующие данные опираются на сведения из теории представлений симметрической группы; некоторые из них были сообщены мне научным руководителем Р. А. Богомоловым.

Известно, что минимальные левые идеалы в групповой алгебре симметрической группы $F[S_n]$ имеют вид: $I = I_d(v) = F[S_n] \cdot e_d \cdot \sum_{\tau \in St(d)} v_\tau \tau^{-1}$, где

e_d – симметризатор Юнга на диаграмме Юнга d ;

$St(d) \subset S_n$ ($f_d = Card St(d)$ вычисляется по формуле «крюков») – множество подстановок, являющихся нумерациями стандартных таблиц на диаграмме Юнга d ;

$v = \sum_{\tau \in St(d)} v_\tau \tau^{-1}$ – точка проективного

пространства, полученного проективизацией линейной оболочки $\{e_d \tau^{-1}\}_{\tau \in St(d)}$, то есть

$$v \in \mathbf{P} \left\langle \{e_d \tau^{-1}\}_{\tau} \right\rangle \cong \mathbf{P} \left\langle \{\tau e_d\}_{\tau} \right\rangle = \mathbf{P} (F[S_n] e_d).$$

Зададим в $F[S_n]$ F -линейный базис $\{e_\tau^\sigma(d)\}_{\tau, \sigma, d}$ [5], где $e_\tau^\sigma(d) = \sigma e_d \tau^{-1}$, $\sigma, \tau \in St(d)$.

Ветвление идеала I есть

$$I_d(v) = \bigoplus_{(d', v')} I_{d'}(v'), \quad (*)$$

где $I = I_d(v) \subset F[S_n]$, $I_{d'}(v') \subset F[S_{n+1}]$.

Из теории ветвления модулей Шпехта известно, что

1). Диаграммы d' в (*) получаются из d приклеиванием единственной клетки.

2). Ветвление в (*) является простым, так как ненулевые слагаемые в (*) попарно неизоморфны. Иначе говоря, если какой-либо идеал $I_{d'}(v')$ входит в сумму (*), то других слагаемых на той же диаграмме d' в (*) уже не будет.

3). Ветвление в (*) является «полным»: для всякой диаграммы d' указанного в пункте 1) вида существует v' , такое что $I_{d'}(v')$ входит в состав суммы (*).

Данная работа является шагом в практическом решении задачи о ветвлении минимальных идеалов, теоретическая база и методологическая сторона которой ещё не разработана.

Рабочие гипотезы

В качестве рабочих гипотез, подтверждённых вычислениями с помощью ЭВМ, можно предъявить следующие две.

Пусть имеется минимальный идеал I алгебры $F[S_n]$. Зададимся вопросом, какие минимальные идеалы I' алгебры $F[S_{n+1}]$, или эквивалентно элементы $\sigma' e_{d'} \tau'^{-1}$, отвечают ненулевым скалярным множителям $\beta_{\tau'}^{\sigma'}(d, \tau)$ при ветвлении идеала I , получаемом при увеличении n на единицу. Идеалу I' отвечает некоторый путь в графе Юнга с началом в вершине \square и концом в вершине, которая соответствует диаграмме d' .

Гипотеза 1. Всякий путь в графе Юнга, отвечающий стандартной таблице τ' , для которой найдётся $\beta_{\tau'}^{\sigma'}(d, \tau) \neq 0$, либо совпадает с P , либо расположен правее этого пути P , где P – путь, соответствующий стандартной таблице τ .

Гипотеза 2. Расчёты показали, что для любой $B(d, d', \tau)$ точно известен один элемент:

$$B(N(d_+), N(\tau_+)) = \frac{f_{d'}}{(n+1) \cdot f_d},$$

где d_+ – нумерация стандартной таблицы, которая получается из нумерации тривиальной таблицы d приклеиванием заполненной клетки с числом $(n+1)$; τ_+ – нумерация стандартной таблицы, которая получается из нумерации таблицы τ приклеиванием заполненной клетки $(n+1)$; $N(\sigma)$ – номер подстановки σ в кортеже, в который преобразуется $St(d')$ при задании на этом множестве отношения лексикографического порядка.

В связи с этими гипотезами возникает следующий, весьма интересный, на наш взгляд, вопрос: можно ли разметить граф Юнга (то есть приписать его рёбрам определённые веса) таким образом, чтобы коэффициенты $\beta_{\tau'}^{\sigma'}(d, \tau)$ получались бы сложением или умножением весов рёбер (или каким-либо другим подобным способом), которые составляют пути в графе, отвечающие элементам τ' .

Пример работы программы

Пусть требуется определить, какие минимальные левые идеалы алгебры $F[S_6]$ получаются при ветвлении минимального идеала, порождённого элементом $e_{\{3,2\}} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 1 & 3 & 2 & 5 & 4 \end{pmatrix}^{-1}$. Для

отображения результатов (если пользователь задаст интересующую его d') используется символическая запись $e\tau d = \sum_{\tau'} \beta_{\tau'}^{\sigma'}(d, \tau) e\tau' d'$

вместо $e_d \tau^{-1} = \sum_{\tau'} \beta_{\tau'}^{\sigma'}(d, \tau) e_{\tau'}^{\sigma'}(d')$. В частности:

$$e \begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 2 & 4 \\ \hline 3 & 5 & \\ \hline \end{array} = 1/5 \begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 4 & 6 \\ \hline 2 & 5 & \\ \hline \end{array} + 1/15 \begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 2 & 6 \\ \hline 3 & 4 & \\ \hline \end{array} + \dots + 1/45 \begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 4 & 5 \\ \hline 2 & 6 & \\ \hline \end{array} + \dots + 1/45 \begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 2 & 4 \\ \hline 3 & 5 & \\ \hline \end{array} + \dots$$

Рис. 1. Графическое представление результата. Также пользователь может исследовать $\{\tau'\}_{\tau' \in St(d')}$, $\beta_{\tau'}^{\sigma'}(d, \tau) \neq 0$ как множество реализуемых путей в графе Юнга (на рисунке показаны интерпретации для подстановок 2 и 5).

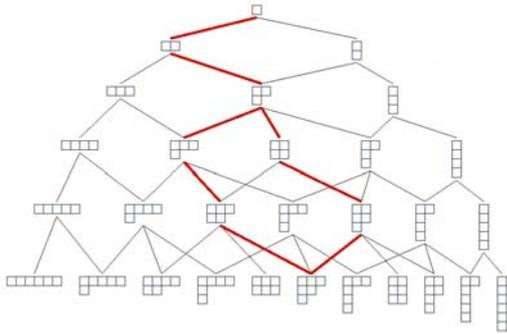


Рис. 2. Граф Юнга с 2-мя выделенными путями

Заключение

Основным результатом данной работы является программный продукт, реализованный для выполнения разложения минимальных левых идеалов алгебры $F[S_n]$ прямыми методами. Ограничивающим фактором является сверхэкспоненциальный рост числа базисных элементов, поэтому с помощью ЭВМ удалось выполнить эту задачу только для малых степеней симметрической группы S_n ($n \leq 6$). Этот подход, по сути комбинаторный, требует для своей реализации быстро возрастающий с увеличением n объём ресурсов. Таким образом, это ограничение носит лишь практический, но не теоретический характер.

Будучи разработанной для выдвижения гипотез и определения дальнейших направлений исследования, данная программа, как мы рассчитываем, послужит способом развития и самой теории линейных представлений симметрической группы, которая, в свою очередь, сможет стать базой для нового, более совершенного программного проекта.

Алгоритм решения не является заимствованием, хотя использует готовые блоки решения некоторых стандартных комбинаторных задач, связанных с генерацией различных

объектов. К этим алгоритмам имеется свободный доступ; они хорошо описаны в литературе по структурам и алгоритмам обработки данных. Потребность в эффективных алгоритмах здесь весьма велика ввиду упомянутой ранее «борьбы с факториалом». Они также реализованы во многих прикладных математических программных пакетах. Для проверки промежуточных результатов использовались тестовые наборы, которые обрабатывались нашей программой и комплексом *Schur*. Для решения систем линейных уравнений с разреженной матрицей высокого порядка использовалась библиотека *UMFPACK*.

Несмотря на то, что результаты вычислений имеют частный характер, они, как мы надеемся, могут иметь практическое применение и за пределами «чистой» математики. Как хорошо известно, большинство разделов современной физики широко использует аппарат теории дифференциальных уравнений, в том числе уравнений в частных производных; естественной «рамкой» этой теории является теория групп и алгебр Ли. Мы знаем, минимальные идеалы группового кольца симметрической группы порождают определённые идеалы тождеств линейных алгебр: левых, ассоциативных и т.д., – которые могут служить выражением каких-либо физических законов. Поскольку в современной физике обычно не требуются пространства слишком большой размерности, то полученные нами результаты могут оказаться пригодными для описания тех или иных физических реалий.

Литература

1. Алгебра. Теоремы и алгоритмы : Учеб. пособие / Н. И. Яцкин. – Иваново: Иван. гос. ун.-т 2006. – 506 с.
2. Бахтурин, Ю. А. Тождества в алгебрах Ли / Ю. А. Бахтурин. – М. : Наука, 1985. – 448 с.
3. Дискретная математика. Алгоритмы и программы : Учеб. пособие / Б. Н. Иванов. – М. : Лаборатория Базовых Знаний, 2003. – 288 с.
4. Кнут Д., Искусство программирования. Том 3. Сортировка и поиск / Пер. с англ. – М. : Вильямс, 2007. – 832 с..
5. Фултон, У. Таблицы Юнга и их приложения к теории представлений и геометрии / Пер. с англ. М. Д. Горбульского [и др.] – М. : МЦНМО, 2006. – 328 с.
6. Официальный сайт проекта Schur (англ.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://schur.sourceforge.net/>, свободный.
7. Официальная страница проекта Umfpack (англ.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cise.ufl.edu/research/sparse/umfpack>, свободный.

АЛГОРИТМ ВЫДЕЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ В ДИСПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ МАСШТАБАХ

Шувариков Д.П., Мочалов С.П.

Сибирский государственный индустриальный университет
dsh@inbox.ru

Введение

Для практической деятельности важно дистанционно получать информацию о пространственной структуре материальных объектов, например, об их форме, деталях, ориентации, относительных размерах. Большую часть этой информации мы получаем с помощью зрения, анализируя изображения объектов. Исходя из определения, изображение — это образ, в той или иной степени подобный изображаемому объекту. Подобие достигается вследствие физических законов получения изображения, а также напрямую зависит от средств отображения объектов зрителю.

В настоящее время происходит бурное развитие электронных средств отображения информации, её отображения. В мобильной техники для достижения малых габаритов и эргономики, пропорции экранов отличаются даже в пределах одного модельного ряда. В телевизионной технике идет процесс отказа от текущих стандартов трансляции сигнала и переход на новые стандарты и соответствующие им пропорции экрана. Так стандарт высокочеткого телевидения предусматривает строго фиксированное соотношение сторон экрана и соответствующую ему пропорцию 16:9. Вслед за телевизионной техникой и на сопутствующем ей рынке персональных компьютеров наметился переход от формата 4:3 к более широкоформатным пропорциям, однако однозначно не установленным. Схожая ситуация и с экранами портативной техники — ноутбуки, медиаплееры и проекторы перенимают тенденцию на широкоэкранные мониторы от старших собратьев. Такой переход оправдан и очевиден — широкоформатное изображение естественнее для восприятия, так человеческий глаз получает больше информации в горизонтальном поле зрения, нежели в вертикальном. Опять же выпуск дисплеев с соотношением сторон 16:9 экономически более выгоден. Резюмируя можно сказать, что под требованиями рынка осуществляется планомерный переход в сторону широкоформатного изображения, при этом пропорции экранов четко не установлены. А значит, возникает проблема отображения существующих информационных носителей при новых стандартах, в новых пропорциях.

Учитывая вышеописанные замечания, встает вопрос о возможности сохранять пропорции объектов и при этом оставляя полноту картины, не отбрасывая части изображения. Для этого необходим алгоритм преобразования пространств, который должен быть универсален в

определенных пределах различных пропорций результирующих изображений.

Выделения объектов изображения

Для разработки метода точного моделирования объектов, в частности их границ в исходном полноцветном изображении и выработать критерии, учитывающие пересечения объектов с краями экрана и друг с другом, а также описывающие структурные различия объектов и окружающего их фона. Произвести трансформацию изображения, учитывая ранее рассчитанные критерии.

Рассмотрим изображение с математической точки зрения основываясь на яркости каждого элемента. Тогда изображение будет представлять собой двумерный массив значений яркости с локально зависимыми статистиками, что обусловлено различным сочетанием характерных резких деталей, таких как контуры и контрастные однородные области. Как демонстрирует изображение на рисунке 1, даже статистики первого порядка значительно изменяются при переходе от одной части изображения к другой, что мешает применению ко всему изображению одной простой статистической модели.



Рис. 1. Гистограммы отдельных элементов изображения

Мощной, но концептуально простой структурой для представления изображений в более чем одном масштабе является пирамида изображений [Burt, Adelson, 1983]. Разработанная первоначально для применения в задачах

машинного зрения и сжатия изображений, пирамида изображений представляет собой набор изображений в уменьшающемся масштабе, организованный в форме пирамиды.[1]

Каждый уровень пирамиды строится из приближений и разностей с предсказаниями вычисляемыми итеративным образом. На этом базируется уникальная математическая теория, называемая кратномасштабным анализом (КМА). В КМА использование масштабирующей функции позволяет построить последовательность приближений для некоторой функции или изображения, причем каждое приближение отличается от соседнего масштабным фактором 2. Для кодирования информации, описывающей разность между соседними приближениями, используются дополнительные функции - вейвлеты.

Для изображений необходимо рассматривать двумерные вейвлет-преобразования. При вычислении обратного преобразования происходит выделение контуров на восстановленном таким образом изображении. Это позволяет обнаружить месторасположение границ объектов на исходном изображении.

Однако использование только информации о яркости для анализа изображений не дает полную картину расположения объектов и их границ. Необходимо учитывать и цветовые характеристики каждого элемента изображения. При этом встает вопрос как определять цвет элемента. Для этого необходимо выбрать систему количественного определения цвета. Основными системами представления цвета являются аддитивная RGB и цветоразностная CMYK. Но они имеют существенный недостаток, заключающийся в том, что количественное выражение различных оттенков в равных долях первичных цветов выглядит для этих систем одинаково. Необходимо использовать более современные цветовые модели. Наиболее интересной выглядит модель цветового куба предложенную Кеном Дэвисом объединяющую две ранее описанные системы, а так же связанную с ним теорию взаимоотношения цветов. [2]

Это модель строится на трех первичных цветах для цветоразностной системы: голубом, сиреновом и желтом (СМУ), к которым добавляется базис из белого цвета. В рамках любого пространства, заданного этими тремя первичными цветами, мы можем получить отношения всех цветов, находящихся в определенной кубической области. Это позволяет соединять совокупные и цветоразностные системы и что важно осуществлять эквивалентные преобразования цветовых систем. Эта теория вводит принцип общего объема применимый к операциям с первичными цветами который позволяет выразить количественную характеристику учитывающую как яркость

элемента изображения так и информацию о его цветовом содержании. Пример расчета характеристик по этой модели Результаты этих вычислений сравнительно показано на рисунке 2.



Рис. 2. Сравнение информативности изображения с использованием (а) канала яркости, (б) при использовании модели цветового куба

Для сравнения выполним вейвлет преобразование третьего порядка для нахождения границ объектов по двум направлениям и сравним совокупный результат по двум моделям представленный на рисунке 3.

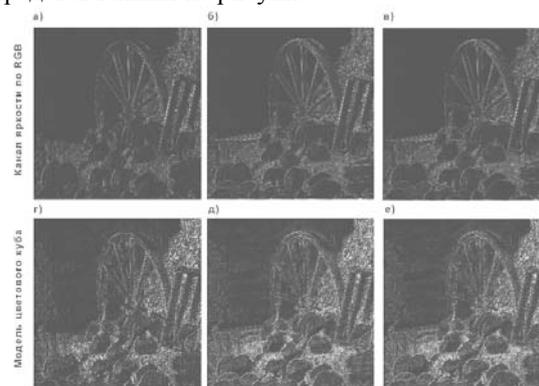


Рис. 3. Результаты вейвлет преобразования для обнаружения границ объектов:
(а) и (г) в горизонтальном направлении,
(б) и (д) в вертикальном направлении,
(в) и (е) совокупный результат

Заключение

При сравнении результатов выделения границ для двух изображений полученных по различным цвето-яркостным характеристикам можно сказать, что использование модели цветового куба приводит к более четкому выделению граней объектов, а также показывает меньшую зависимость их обнаружения от освещенности объектов.

Литература

1. Р. Гонсалес, Р. Вудс, Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2006. – 514с.
2. The Color Math by Ken Davies [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.colorcube.com/articles/math/math.htm>, свободный.

ЭЛЕМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЕЙ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ: ДИНАМИЧЕСКОЕ ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ВИЗУАЛИЗИРУЕМЫХ ОБЪЕКТОВ

Голубев В.О., Кацуба В.С.

Мурманский государственный технический университет
golubevvladislav@yandex.ru

Введение

Данная статья посвящена продолжению работ над созданием средства построения визуализаций различных математических объектов и понятий [1].

Ранее была сформулирована цель создания элемента управления визуализацией математических понятий - получение инструментального средства для построения различных визуализаций, которое позволит сократить время на разработку новых программных средства без специальных знаний графических библиотек. Данное средство должно включать в себя достаточное количество инвариантных элементов (например, координатная сетка, репер, кривая и т.д.) для построения визуализаций из их комбинаций. Каждый такой инвариант может поддерживать несколько интерфейсов, одним из которых является *интерфейс анимации*. При этом подразумевалось, что этот интерфейс предоставляет анимацию появления элемента и анимацию увеличения некоторых параметров элемента. На практике выяснилось, что реализация анимации в таком виде не даёт гибкой возможности анимирования элементов.

В данной статье рассматривается расширение блока анимирования инвариантных элементов за счёт использования средств рефлексии и методов анимации.

Простая анимация

Для того чтобы дать пользователю возможность выбора параметров, по которым следует производить анимацию, необходимо предоставить для выбора те свойства инварианта, которые можно изменять в течении анимирования с использованием некоего общего алгоритма. Такими свойствами могут быть все «простые» свойства инварианта – свойства, имеющие классические простые типы. Такими типами являются:

- числовые;
- логический;
- цветовой (как структура, поля которой имеют числовые типы).

Например, у инвариантного элемента «контур» можно выделить следующие «простые» свойства – толщина линии, прозрачность, цвет линии, видимость и др. Для отбора нужных свойств объекта используется принцип *рефлексии* - процесс анализа типов в ходе выполнения приложения. С помощью рефлексии можно произвести анализ типов свойств инвариантного

элемента и выбрать те свойства, которые имеют перечисленные выше типы.

В данной работе в качестве общего алгоритма динамического изменения свойств (метода анимации) можно использовать метод анимации по ключевым кадрам [2]. В качестве метода интерполяции возьмём линейную интерполяцию (линейная интерполяция является самым простым методом интерполирования, но в данной работе метод интерполяции занимает второстепенное место). Для задания элемента анимации пользователю достаточно выбрать нужное свойство из списка возможных свойств для анимации и задать ему начальное и конечное значение.

Таким образом, при выполнении анимации выбранное свойство X некоторого инварианта будет изменяться по линейному закону в течение определённого промежутка времени от начального значения x_0 до конечного x_1 . Приведём общий алгоритм изменения свойства по линейному закону:

- 1) задать начальное и конечное значения для свойства X - x_0 и x_1 ;
- 2) определить линейное преобразование времени анимации к значению свойства:
 - а) начальное значение времени $t_0 = 0$;
 - б) конечное значение времени $t_1 = T$, где T - общее время выполнения анимации;
 - в) составить линейное уравнение прямой, проходящей через 2 точки:

$$\frac{x - x_1}{x_1 - x_0} = \frac{t - t_1}{t_1 - t_0} \Rightarrow x = kt + b,$$

$$k = \frac{(x_1 - x_0)}{t_1 - t_0}, b = -\frac{(x_1 - x_0)}{t_1 - t_0}t_1 + x_1;$$

- 3) в момент срабатывания таймера анимации определяется количество прошедшего времени и вычисляется текущее значение свойства с помощью линейного уравнения.

Приведённый алгоритм применим и для изменения свойства цветовой типа – цвет разбивается на три составляющие (R,G,B) и для каждой из них используется отдельное линейное уравнение. При изменении свойства логического типа достаточно устанавливать только начальное значение свойства в момент старта анимации и конечное в момент завершения анимации.

Использование такого подхода при создании динамической визуализации позволяет задавать различные свойства инвариантов для анимации с разными диапазонами значений их изменения. В

итоге появляется возможность создания разнообразных анимаций с использованием одних и тех же инвариантных элементов.

Чтобы создавать анимации, в которых одни свойства изменяются только после других (т.е. последовательно – например, сначала прозрачность, потом толщина, далее цвет и т.д.), необходимо дать пользователю возможность использования нескольких таймеров, которые запускаются друг за другом, причём следующий таймер запускается только после завершения работы предыдущего. Прикрепление свойств инвариантных элементов к различным таймерам увеличивает возможности анимирования.

Описанный подход в совокупности даёт простую анимацию – анимацию, которая представляется единым целым, и в которой нет чёткого разбиения анимации на части.

Составная анимация

Простая анимация может использоваться для визуализации несложных понятий и объектов. Если в визуализации используется много различных инвариантов и анимацию требуется разделить на несколько логических частей, то необходимо использовать более гибкий способ управления процессом анимирования, что приводит к составной анимации.

Составная анимация – анимация, в которой присутствует несколько простых анимаций. При завершении одной простой анимации вся анимация приостанавливается и пользователю предлагается продолжить анимацию. Таким способом можно акцентировать внимание просматривающего на том, что в анимации присутствуют логические части и ключевые точки. Реализуется составная анимация путём выставления таймерам анимации номеров групп. Таймеры группируются по номерам групп, и запускаются последовательно только при анимации группы, к которой они принадлежат.

Управляемая анимация

Управление ходом составной анимации только через действие «продолжить» может оказаться недостаточным для понимания различных её частей. Для увеличения интерактивности анимации нужно дать возможность пользователю вернуться к началу анимации какой-либо части или наоборот, перейти в конец анимации какой-либо части. Если провести аналогию с медиа-проигрывателем, то можно сказать, что механизм управления анимацией даёт просматривающему оболочку в виде некоторого «плеера» с возможностью:

- старта;
- паузы/продолжения;
- перемотки назад;
- перемотки вперёд;
- остановки.

Управляемая составная анимация позволяет решить разнообразные дидактические проблемы в обучении математическим дисциплинам (рис. 1).

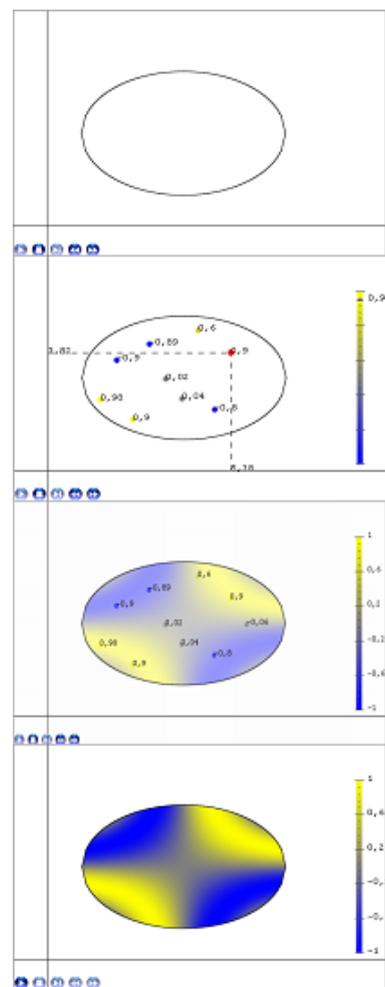


Рис. 1. Основные этапы составной управляемой анимации для математического понятия скалярного поля

Заключение

Описанный способ реализации динамического изменения свойств визуализируемых объектов может быть использован не только в контексте визуализации, но и в других случаях, когда необходимо в течение некоторого промежутка времени изменять свойства каких-либо объектов.

Литература

1. Голубев В.О., Кацуба В.С. Элемент управления визуализацией математических объектов // Молодежь и современные информационные технологии. Сборник трудов VII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и современные информационные технологии». Томск, 25-27 февраля 2009г., ч.2 – Томск: Изд-во СПб Графика – с. 153-154.
2. Тютин В.В. Обзор методов анимации персонажа в системах 3D-графики. Компьютерная графика и мультимедиа. Выпуск №3(1)/2005. <http://cgm.computergraphics.ru/content/view/69>

PHASE CORRELATION SEISMIC WAVES ALGORITHM

Yankovskaya N.G.

Scientific consultant: Stepanov D.Yu.

Associate professor; Samsonova E.S.

Tomsk Polytechnic University

abc-xwz@sibmail.com

At present seismic exploration is one of the main methods of geological and geophysical studies in geological process in general and, in particular, in the search, exploration and development of oil and gas. Wide use of highly complex work for the implementation of seismic methods is conditioned by the fact that they can be used effectively to solve a wide range of problems arising at all stages of the exploration process. [1]

In seismic exploration the following objectives are set: the determination of geological boundaries, prediction of material composition and physical state of rocks on the results of observations of artificially - excited vibrations of the earth (wave field).

One of the main problems that arise in the interpretation of the wave fields is correlation of waves. The correlated wave is referred to as the process of isolation, identification and tracking of waves in time and space on the seismograms and time sections.

After the isolation and identification of separate seismic waves on the recording (seismogram, time profile) tracking of this wave in space (on the profile) by means of the implementation of phase correlation is usually carried out. [2]

Sequential process of tracing from route to route of any particular (phase) wave is called correlation (phase correlation) of seismic waves. Basic principles and techniques of waves correlation are common for individual seismograms and time sections. Since being impossible to confidently identify the time of arrival of the front (entry) waves, then a definite fluctuation extremum (maximum or minimum) is routed. At considerably close distance of receiving points the arrival time and shape of the fluctuations is changed slightly, which allows equating the phase on adjacent routes.

The line connecting the same phase fluctuations caused by the same wave at different routes is called the seismic feature. This line represents the time-path curve of the wave phase in seismogram scale.

Correlated wave allocation includes the continuous determination of cross-correlation function between the reference signal and interference sequence of wave trains. The resulting seismogram is a sequence of cross-correlation functions between the reference signal and similar wave trains.

Wave identification is produced by a combination of dynamic and kinematic features, the most important of which are the following: 1) record form frequency, i.e. the visible periods, amplitude ratios of core and additional pulse extremum on the neighboring routes, 2) gradual change in apparent speed and amplitudes in proportion to distance change from the source. [3]

Phase correlation seismic waves algorithm

The phase correlation algorithm is based on identification of phase correlation, i.e. the process of sequential tracing from one wave phase route to another which corresponds to the reflecting boundary.

Waves correlation is accomplished both by means of the individual seismograms, or their installation, and the converted records presented in the form of dynamic temporary or depth sections. In the construction of phase correlation algorithm a temporary cut was accepted as the initial data.

We assume that the tremors are recorded along a definite line (profile) and the wave field can be a function of two variables $Y(t, x)$, where t is time, x is distance along the profile relative to some point.

If the registration is conducted on a uniform grid of observation with Δx increment and discretization on time with Δt increment, then the registered field can be represented as a matrix of A_{NM} , where N is a number of cut (receivers) routes, M is a number of readings over time.

The developed algorithm of the phase correlation of seismic waves is as follows:

1. Defining the starting correlation point.
2. Clarification of the situation on N_i wave arrival time t_i route, $i = 0$.
3. Transition to the next route N_{i+1} .
4. Phase search (an example on Fig. 1):

A) positive: in the range of $[t_0 - \varepsilon, t_0 + \varepsilon]$ let's carry out the search of maxima $\{\tau_1, \tau_2, \tau_3, \dots, \tau_K\}$. Thus, there is a the set of estimates of wave position on N_{i+1} route.

B) negative: in the range of $[t_0 - \varepsilon, t_0 + \varepsilon]$ let's carry out the search of minima $\{\tau_1, \tau_2, \tau_3, \dots, \tau_K\}$. Thus, there is a set of estimates of wave position on N_{i+1} route.

C) zero: in the range of $[t_0 - \varepsilon, t_0 + \varepsilon]$ let's carry out the search of intersections with the axis of time $\{\tau_1, \tau_2, \tau_3, \dots, \tau_K\}$. Thus, there is a set of estimates of wave position on N_{i+1} route.

5. The choice of waves on N_{i+1} route from the estimation set $\{\tau_k\}$ by the criterion. Possible phase selection criteria are the following:

A) proximity to the previous point:

$$t_{i+1} = \arg \min_{k=1, K} |\tau_k - t_i|$$

B) amplitude module maximum (for positive and negative phase):

$$t_{i+1} = \arg \max_{k=1, K} |Y(\tau_k, x_{i+1})|, \quad \text{where } x_{i+1} -$$

corresponds to the N_{i+1} route.

If the amplitude of the found extremum is less than a prior specified minimum-possible value of the amplitude δ - algorithm performance.

6. $i = i + 1$, transition to item 3, if $0 < i < N-1$, otherwise – algorithm performance.

The resulting estimates $\{t_i\}$ determine the position of the seismic feature on the wave field.

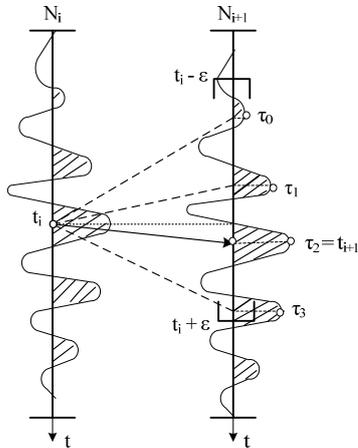


Fig. 1.

Positive phase search

This algorithm of the phase correlation of seismic waves was accomplished in the mathematical package MathCad and tested on model and real materials. The results of the algorithm are presented on Fig.2, Fig.3, Fig.4.

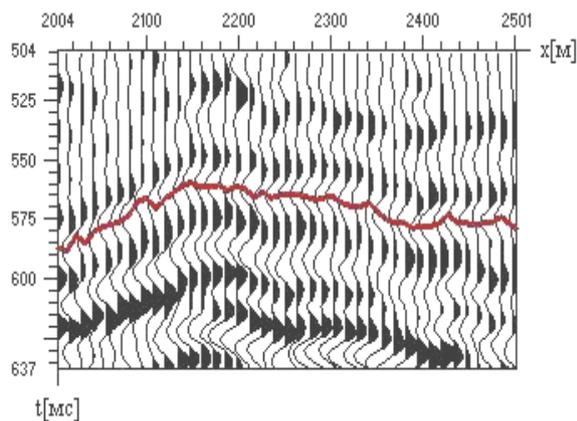


Fig. 2. Correlation of the horizon of the negative phase

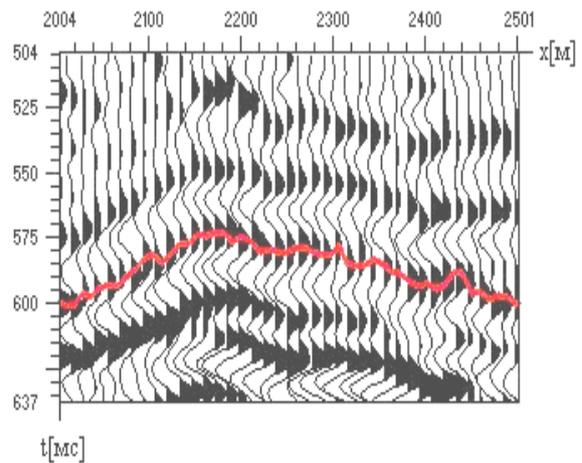


Fig. 3. Correlation of the horizon on positive phase

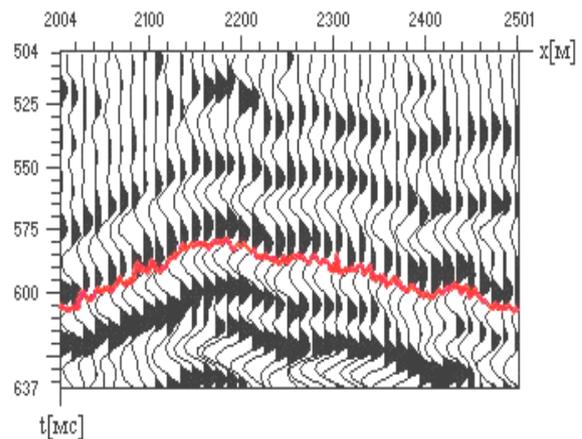


Fig. 4. Correlation of the horizon zero phase

References

1. Е.И. Гальперин. Поляризационный метод сейсмических исследований. – М.: «Недра», 1977. – 277 с.
2. В.И. Бондарев. Сейсморазведка. – Екатеринбург: Изд-во Уральского ГГУ, 2007. – 690 с.
- И.И. Гурвич, В.П. Номоконова. Сейсморазведка. – М.: «Недра», 1981. – 464 с.

МЕТОД ВЫДЕЛЕНИЯ КОНТУРОВ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ ПОЛУЧЕННЫХ С ПОМОЩЬЮ СКАНИРУЮЩЕГО ЗОНДОВОГО МИКРОСКОПА

Хлопов Д.В. Карбань О.В.

Физико-технический институт Уральского отделения Российской академии наук.
khlopov_post@mail.ru

Введение

При исследовании наноструктурных материалов широко применяются методы, сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ). В частности, с помощью СЗМ можно получить матрицу высот поверхности на основе которой с помощью компьютерных методов строится её изображение. При проведении автоматизированного анализа микроскопических изображений часто возникает необходимость определения геометрических характеристик структурных составляющих материала: зерен, включений, молекул, блоков и т.д., что обуславливает задачу определения границ соответствующих им областей.

При проведении автоматизированного анализа микроскопических изображений обычно применяется метод порогового ограничения или градиентные методы, реже метод водораздела а так же метод локального уровня. Однако, все перечисленные методы не учитывают в полной мере присущие для данного класса изображений специфические особенности, в числе которых: слабая контрастность границ объектов, наличие частично перекрывающихся объектов, сложная форма фоновой поверхности, - что неизбежно сказывается на качестве полученных с их помощью результатов.

Предлагается новый метод выделения объектов на СЗМ-изображениях, более полно учитывающий их особенности.

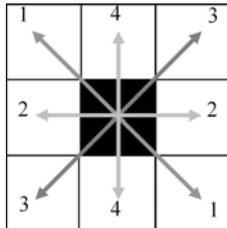


Рис. 1. Окрестность точки

Пусть имеется изображение, зависимость яркости точки от координат которого описывается функцией $B(x, y)$ (функция яркости изображения). В предлагаемом методе регистрация областей положительности второй производной функции яркости изображения производится на основе следующего решающего правила $\alpha(x, y)$:

$$\alpha(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{если } \exists i = 1, 2, 3, 4 : |\text{delta}(x, y, i)| > \varepsilon, \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

где delta – функция отклонения среднего значения яркости точек на концах i -го направления (рис. 1) от значения яркости в центре апертуры:

$$\text{delta}(x, y, i) = \frac{B(x + dx_i, y + dy_i) + B(x - dx_i, y - dy_i) - B(x, y)}{2}$$

где $B(x, y)$ – яркость точки изображения с координатами (x, y) . Функция яркости $B(x, y)$ принимает значения от 0 до B_{max} , dx и dy – поля отклонений от центра апертуры по координатам x и y для каждого направления (рис. 1), r – радиус апертуры (Радиус апертуры может изменяться от 1 до 10 точек), i – номер направления, ε – некоторая величина, принимающая значения от 0 до B_{max} – максимального значения яркости точек изображения.

Таким образом, выделение границ производится согласно выражению:

$$R(x, y) = B_{max} \cdot (1 - \alpha(x, y)),$$

где (x, y) – координаты всех точек обрабатываемого изображения.

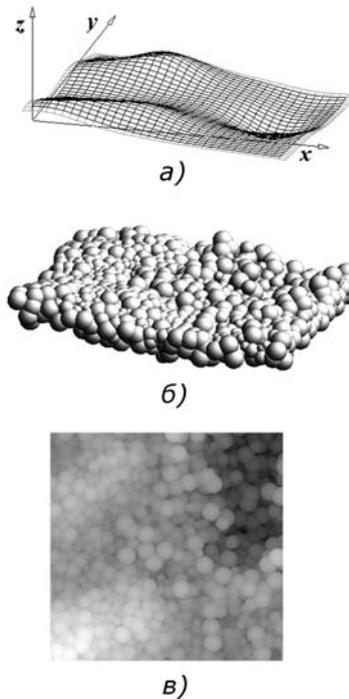


Рис. 2. Пример выпукло-вогнутой опорной поверхности (а), соответствующей 3D модели (б) и модельного микроскопического изображения (в).

С целью оценки эффективности предлагаемого метода нами была использована модель микроскопического изображения поверхности с заданными параметрами описанная в [1].

Пример такой модели приведен на рисунке 2. Модель строится путем последовательного

добавления объектов сферической формы на опорную плоскость, которая затем, при необходимости, деформируется наложением функции Гаусса; при этом радиус объектов (из заданного набора возможных значений) и координаты их центров по осям x , y выбираются псевдослучайным образом; при добавлении каждого очередного объекта проверяется условие максимально допустимого перекрытия объектов; далее, на основе полученной модели синтезируется изображение поверхности; яркость каждой точки модельного изображения линейно зависит от аппликаты точки лицевой поверхности модели. Максимальная яркость соответствует максимальной аппликате по всем точкам модели. Нулевую яркость определяет положение опорной поверхности.

В модель были заложены следующие параметры: Общее количество объектов – 207, в том числе: 28 объектов диаметром 13 пикселей, 24 объекта диаметром 11 пикселей, 62 объекта диаметром 9 пикселей и 93 объекта диаметром 7 пикселей. Указанные объекты располагались на поверхностях различной формы: плоской, вогнутой, выпукло-вогнутой. Степень максимального перекрытия объектов в моделях обеих групп равна 10%. При выборе степени максимального перекрытия, мы руководствовались целью повышения достоверности получаемых количественных оценок, поэтому величина степени максимального перекрытия выбиралась такой, чтобы исключить возможность перехода объекта из одной группы (возможным, что в модели представляли объекты 4-х различных диаметров) в другую.

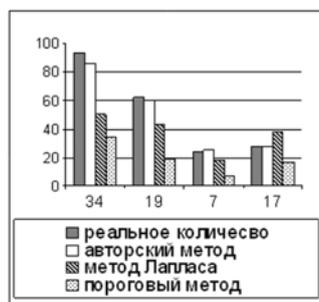


Рис. 3. Результат обработки модельных изображений выпукло-вогнутой поверхности.

Оценка эффективности осуществлялась на изображениях всех трех типов модельных поверхностей, и в каждом из трех случаев предлагаемый метод демонстрировал лучшие результаты. Среднее значение отклонения количества обнаруженных с его помощью объектов от заложенных в модель параметров варьировалось в пределах от 4% (для изображений плоской модельной поверхности) до 7% (для изображений выпукло-вогнутой модельной

поверхности), в то время как для порогового метода и метода Лапласа оно изменялось соответственно в пределах от 26% до 28% и от 7% до 63%. На рисунке 3 приведены результаты обработки изображения выпукло-вогнутой модельной поверхности.

С целью оценки влияния высокочастотного шума на эффективность рассматриваемых методов нами был проведен повторный эксперимент на тех же модельных изображениях после наложения 5% высокочастотного шума. Эксперимент показал, что предлагаемый метод обладает большей устойчивостью к высокочастотному шуму по сравнению с пороговым методом и методом Лапласа: среднее значение отклонения количества обнаруженных с его помощью объектов от заложенных в модель параметров составило 8% (результаты усредненные по трем типам поверхности: плоской, вогнутой, выпукло-вогнутой), для порогового метода – от 51%, а для метода Лапласа – 35%. Ниже приведены результаты обработки рассматриваемыми методами модельного изображения выпукло-вогнутой поверхности (рис. 4).

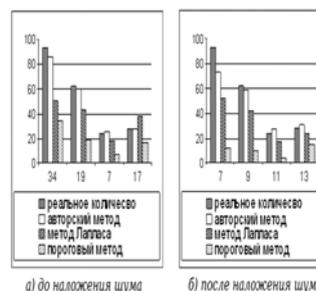


Рис. 4. Результат обработки модельных изображений выпукло-вогнутой поверхности после наложения 5% шума.

Проведенные эксперименты показали, что предлагаемый метод, более полно учитывающий особенности СЗМ-изображений, обладает большей точностью по сравнению с пороговым методом и методом Лапласа, позволяет обрабатывать изображения поверхностей сложной формы, отделять один объект от другого при их перекрытии, а так же обладает большей устойчивостью к высокочастотному шуму.

Литература

1. О.М.Немцова, О.В.Карбань, Д.В.Хлопов, А.В.Смурыгин Моделирование объектов на поверхностях различной кривизны, характерной для АСМ изображений////Тезисы докладов XVI Российский симпозиум по растровой, электронной микроскопии и аналитическим методам исследования твердых тел, Черноголовка, июнь 2009. С.25.

АНАЛИЗ КОЭФФИЦИЕНТА АКТИВНОСТИ АЗОТА МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ

Бахтина Е.П.

Томский политехнический университет
4ado@sibmail.com

Введение

Современный этап развития металлургии характеризуется значительным расширением сортамента металлопродукции, её качественным и количественным ростом, увеличением объема производства и повышением эксплуатационных свойств сталей при одновременном снижении металлоёмкости изделий. Основным направлением повышения механических и физических свойств стали, и снижение массы конструкции является легирование сталей недефицитными элементами. Одним из перспективных элементов для легирования стали является азот, т.к. является дешевым продуктом. Увеличение содержания азота в стали позволяет уменьшить содержание других элементов и уменьшить затраты на выплавку стали. Для этого нужно правильно рассчитать концентрацию примесей и азота.

Теоретическая часть

Чистые металлы и их сплавы как в твердом, та и в жидком состоянии способны растворять азот. Поглощение этого газа происходит в процессе выплавки и разлива металлов; при затверждении имеет место частичное выделение газа; оставшееся количество оказывает влияние на свойства и качество металла. Возможно также взаимодействие азота с металлами, сопровождающееся образованием химических соединения – нитридов и гидридов. Растворение газа в металле протекает во времени, и постоянно достигается состояние равновесия:

$$N_2 = 2[N] \quad (1)$$

Состояние равновесия при данной температуре принято оценивать величиной растворимости газа, т.е. массовой долей растворенного газа (%). Количество поглощенного газа определяется природой металла и газа и закономерно изменяется с изменением температуры и давления. В простейшем случае при образовании атомарного раствора константа равновесия имеет

вид:
$$K_N = \frac{a_N^2}{\rho_N} = \frac{f_N^2 [\%N]}{\rho_N} \quad (2),$$

т.е. растворимость азота в этом случае подчиняется закону квадратного корня (закону Сиверта):

$$[N] = K_N \sqrt{(\rho_N)} [1]. \quad (3)$$

Коэффициент активности азота в много компонентной системе находят по параметрам взаимодействия азота с легирующими элементами:

$$\lg f_N = \sum e_N^{(i)} [\%i] + \sum e_N^{(ii)} [\%i]^2 + \sum e_N^{(ij)} [\%i + \%j], \quad (4)$$

где $e_N^{(i)}$ – параметр взаимодействия 1-го порядка, $e_N^{(ii)}$, $e_N^{(ij)}$ – параметры взаимодействия 2-го порядка.

Обычно при небольших концентрациях легирующих элементов расчеты делают по параметрам взаимодействия 1-го порядка, однако, при высоких содержаниях легирующих элементов это приводит к значительным погрешностям. В таблице 1 приведены значения параметров взаимодействия 1-го порядка для легирующих элементов, содержащихся в сталях, рассматриваемых в работе [1].

Таблица 1. Параметры взаимодействия 1-го порядка

C	Cr	Mn	P	S	Si	V
0,13	-0,047	-0,02	0,045	0,007	0,047	-0,093

С учетом приведенный параметров взаимодействия 1-го порядка расчетное уравнение для коэффициента активности азота имеет вид:

$$\lg f_N = 0,14[\%C] + 0,08[\%Si] - 0,024[\%Cr] + 0,046[\%S] + 0,051[\%P] - 0,012[\%Mn] - 0,077[\%V] \quad (5)$$

Константа равновесия растворимости азота в чистом железе является функцией температуры и представляется в виде: $\lg K_N = \frac{A}{T} + B$ (6), где А, В – некоторые константы, Т – абсолютная температура.

Исследование в работе [2] дает возможность описать зависимость (6) в виде:

$$\lg K_N = -\frac{247}{T} - 1,22 - \lg f_N \quad (7)$$

Подставляя величину (5) и (7) в соотношение (3), получим расчетное уравнение растворимости азота в рассматриваемых сталях:

$$\lg [\%N] = -\frac{247}{T} - 1,22 + 0,13[\%C] + 0,047[\%Si] - 0,047[\%Cr] + 0,007[\%S] + 0,045[\%P] - 0,02[\%Mn] - 0,093[\%V] + \sqrt{P_N} \quad (8)$$

Следует отметить, что расчетное уравнение (8) не учитывает зависимость коэффициента

активности азота f_N в системе от температуры и может быть использовано лишь для грубой оценки растворимости азота. Температурную зависимость коэффициента активности азота в сталях с легирующими компонентами можно получить в результате обработки экспериментальных данных, поэтому исследователями приводятся различные расчетные соотношения, которые позволяют провести расчеты растворимости азота в многокомпонентной системах.

В работе [3] приводятся расчетные уравнения растворимости азота в Cr – Mn – Ni расплаве в виде:

$$\lg[\%N] = -\frac{188}{T} - 1,25 - \left(\frac{3280}{T} - 0,75\right) \lg f_{N1873}, \quad (9)$$

где $\lg f_{N1873} = \sum e_N^{(i)} [\%i]$, т.е. выражение (5). Здесь принята единая температурная функция коэффициента активности с использованием параметров взаимодействия 1-го порядка при 1873 К.

В более поздних исследованиях приводятся другие расчетные уравнения. Так, в работе [4] на основании экспериментальных данных о влиянии хрома, никеля, марганца на растворимость азота

при давлении $\rho_N = 1 \text{ атм}$ предлагается расчетное уравнение:

$$\lg[\%N] = \left(-\frac{247}{T} - 1,22\right) - \left(\frac{4780}{T} - 1,51\right) \lg f_{N1873} - \left(\frac{1760}{T} - 0,91\right) (\lg f_{N1873})^2 \quad (10).$$

В работе [4] на основании анализа различных соотношений предлагается расчетное уравнение для оценки растворимости азота при $\rho_N = 1 \text{ атм}$ в многокомпонентной системе в виде:

$$\lg[\%N] = -\frac{260}{T} - 1,22 - \left(\frac{3746}{T} - 1\right) \lg f_{N1873}, \quad (11)$$

С целью сравнения предложенных расчетных уравнений для предварительной оценки растворимости азота в выплавляемых в производственных условиях сталях (таблица 1) приведены расчеты растворимости азота с учетом коэффициентов взаимодействия 1-го порядка по расчетным уравнениям (8), (9), (10), (11).

Разработка приложения

Для упрощения расчетов было разработано приложение в среде BorlandC++ Builder. Интерфейс программы представлен на рисунке 1.

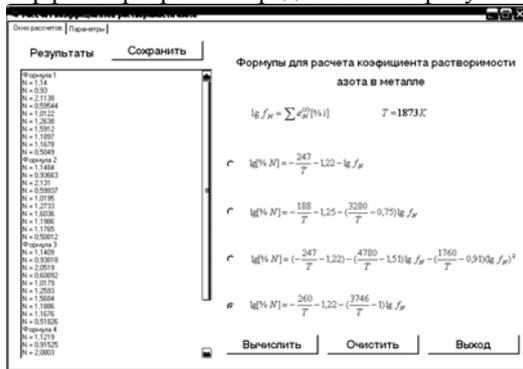


Рис. 1. Окно расчетов

Обработка результатов

В результате расчетов по формулам (8), (9), (10) и (11) были получены следующие значения, которые сведены в таблице 2.

Таблица 2. Расчетное содержание азота в стали с учетом параметров взаимодействия 1-го порядка

Формула 8	Формула 9	Формула 10	Формула 11
1,14	1,15	1,14	1,12
0,93	0,94	0,94	0,92
0,6	0,6	0,61	0,59

1,01	1,02	1,02	1
0,5	0,51	0,52	0,5

Эти данные сравниваются с экспериментальными данными из Западно-Сибирского Metallургического Комбината и с данными из Томского Института Физики Прочности и Материаловедения, которые приведены в таблице 4.

Таблица 3. Содержание азота в стали по расчетам ЗСМК и ИФПМ

ЗСМК	ИФПМ
1,1	0,93
1,11	0,91
1,43	1,21
0,53	0,51
0,89	0,84

В качестве оценки результатов используется относительная погрешность.

За точные значения берутся данные из ЗСМК и ИФПМ. По среднему значению можно определить расчеты, по какой формуле более близки к экспериментальным значениям и соответственно, какая формула более приемлема при расчетах растворимости азота в сталях. Среднее значение погрешностей для формул приведено в таблице 4.

Таблица 4. Среднее значение погрешностей

ЗСМК			
Формула 8	Формула 9	Формула 10	Формула 11
10,7	11,2	11,8	9,6
ИФПМ			
Формула 8	Формула 9	Формула 10	Формула 11
17,1	17,9	18,6	15,2

Из таблицы 4 видно, что при экспериментальных данных из ЗСМК и ИФПМ целесообразнее использовать для расчетов формулу (11).

Заключение

В ходе проделанной работы было разработано приложение, в котором производились расчеты коэффициента растворимости. Результаты сравнения с экспериментальными данными показали, что при расчетах целесообразнее использовать формулу (11).

Литература

1. Арсентьева П.П. экспериментальные работы по теории металлургических процессов: Москва: Metallургия, 1989, 288с.
2. Лакомский В.И. Плазменно-дуговой переплав: Москва: Metallургия, 1977, 334с.
3. Римкевич В.С., Орехов Н.Д., Топилин В.В. Отчет. Изучение влияния технических факторов на усвоение металла азотом: Масква: Электросталь, 1987, 68с.
4. Соколова С.А. Исследование термодинамики взаимодействия азота с Fe-Cr и Ni-Cr расплавами, содержащими нитрообразующие элементы: Дисс. Канд. Техн. Наук, 1981, 165с.

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРОЦЕССА ВЫРАЩИВАНИЯ КРИСТАЛЛОВ МЕТОДОМ БРИДЖМЕНА

Филиппов М.М., Бабушкин Ю.В., Гинсар В.Е.*

Томский политехнический университет

imces@yandex.ru

*Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН

Процесс выращивания монокристаллов высокого качества является трудной научно-технической задачей. К настоящему времени применение метода Бриджмена, реализуемого в многозонных печах, построенных на основе унифицированных нагревательных модулей [1], дало хорошие результаты для многих технологически сложных материалов.

Одним из основных требований к термическим установкам для роста кристаллов методом Бриджмена, является стабильность поддержания температурного поля. Процессы, протекающие в рабочем объеме во время роста кристалла (перемещение ампулы с рабочим веществом вниз вдоль оси установки, изменение теплофизических свойств рабочего вещества при переходе из жидкого состояния в твердое, выделение теплоты кристаллизации, изменение давления паров расплавленного рабочего вещества в ампуле и т. д.), приводят к изменению температурного поля, фиксировать которое с помощью датчиков затруднительно, а в некоторых случаях невозможно. Поэтому, необходимо иметь средства для косвенной оценки изменений температурного поля в рабочем объеме установки. Применение методов математического моделирования позволяет решить эту задачу.

В [2] описана математическая модель, учитывающая основные особенности технологического процесса выращивания кристаллов в многозонной термической установке. Целью данной работы является описание алгоритма применения разработанной математической модели для сопровождения процесса выращивания кристалла.

Алгоритм применения математической модели состоит в следующем:

1. Технолог, в соответствии с теоретическими предположениями, определяет форму осевого распределения температуры в рабочем объеме термической установки.

2. С помощью алгоритма оценки мощностей нагревательных элементов [3] определяется распределение тепловых мощностей нагревателей термической установки.

3. В рабочий объем установки загружается макет – ампула, заполненная веществом, по своим теплофизическим параметрам близким к рабочему веществу, и имеющая специальную конструкцию, позволяющую производить измерения температуры на оси рабочего объема термической установки эталонной термопарой. На основании предварительной оценки распределения мощностей нагревательных элементов, в рабочем

объеме установки реализуется начальное распределение температурного поля с соответствующим осевым распределением температуры, которое, при необходимости, корректируется по результатам измерений путем изменений тепловых мощностей нагревателей.

4. Проводится вычислительный эксперимент на компьютерной модели, учитывающей, что рабочий объем заполнен ампулой с макетным веществом. В модели реализуется заданное технологом распределение температурного поля. Затем температурное поле модели фиксируется, и проводятся расчеты для рабочего объема с ампулой, заполненной рабочим веществом. Как правило, из-за различия теплофизических свойств макетного и рабочего веществ, осевые распределения температуры отличаются (рис. 1). На основании этих отличий технолог может скорректировать осевое распределение температуры путем изменения тепловых мощностей нагревателей.

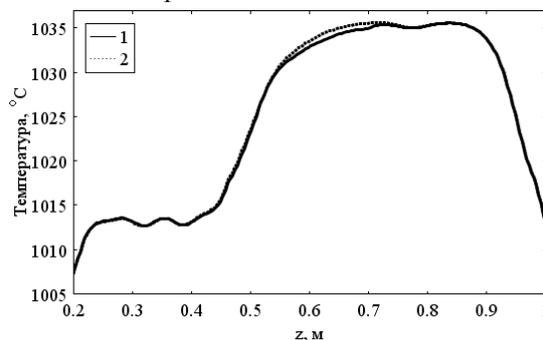


Рис. 1. Расчетные осевые распределения температуры для различного заполнения рабочего объема: 1) ампула с макетным веществом; 2) ампула с рабочим веществом

5. Проводится серия вычислительных экспериментов, соответствующая различным положениям ампулы относительно начального ($\Delta h=1.15$ см). В результате расчетов технолог получает информацию о динамике изменений осевого распределения температуры в рабочем объеме термической установки, скорости роста кристалла, формы фронта кристаллизации в зависимости от положения ампулы.

6. Программа технологического процесса корректируется в соответствии с результатами, полученными на предыдущем этапе. Этап № 5 и проверка измененной программы технологического процесса кристаллизации могут повторяться в итерационном цикле.

Ниже представлен пример использования оценок, полученных с помощью математической

модели, для оптимизации процесса выращивания кристалла. В [4] исследованы зависимости формы фронта кристаллизации и скорости роста от Δh . Из набора серий изменения осевого распределения температуры (рис. 2) технолог получает информацию, расширяющую данные, которые предоставляет информационно измерительная система многозонной термической установки. Анализ данных, представленных на рис. 2 и 3 показывает, что в процессе движения ампулы форма осевого распределения температуры меняется, в то время как система автоматического регулирования модели поддерживает распределение температуры на границе рабочего объема практически на постоянном уровне (рис. 3).

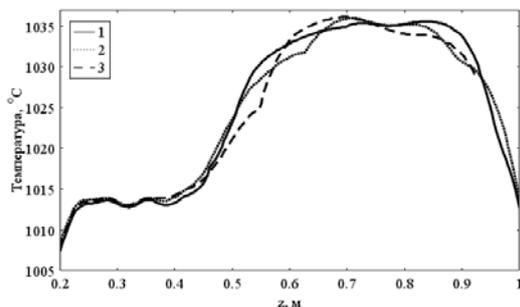


Рис. 2. Расчетные осевые распределения температуры: 1) $\Delta h=0$ см; 2) $\Delta h=7$ см; 3) $\Delta h=15$ см

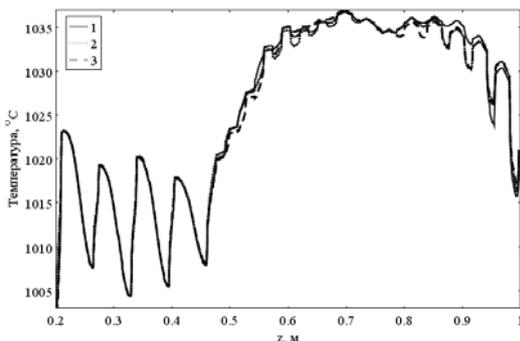


Рис. 3. Расчетные распределения температуры на боковой поверхности рабочего объема: 1) $\Delta h=0$ см; 2) $\Delta h=7$ см; 3) $\Delta h=15$ см

Изменения осевого распределения температуры связаны с движением ампулы и изменениями теплофизических свойств рабочего вещества. Из рис. 2 видно, что при движении ампулы вниз на кривых возникают локальные максимумы (участок кривой 2 от 0.63 м и участок кривой 3 от 0.57 м).

Появление локальных максимумов на осевом распределении температуры является следствием выхода расплава из зоны влияния какой-либо из нагревательных секций. При этом тепловая энергия «освободившейся» от расплава секции перестает рассеиваться вниз по оси, а в связи с низкой теплопроводностью паровой фазы,

несмотря на автоматическое снижение тепловой мощности соответствующего нагревателя системой регулирования модели термической установки, температура на оси повышается. Выход расплава из области влияния какой-либо из высокотемпературных секций должен сопровождаться понижением температуры расплава, что, в свою очередь, приводит к нежелательному увеличению скорости роста кристалла. Для борьбы с этим явлением необходимо снижать температуру секций, из области влияния которых расплав вышел, и, одновременно повышать температуру секций, в которых находится верхняя часть расплава

Физико-химические процессы, протекающие в ампуле, не позволяют измерять температуру непосредственно в ней. Температурное поле в ампуле можно оценить только косвенно, с помощью дополнительных датчиков в рабочем объеме и на теле ампулы, но такие измерения не всегда информативны. На основании модельной информации появляется возможность качественно оценить эти изменения и внести необходимую коррекцию температурных режимов выращивания монокристаллов с целью их оптимизации.

Литература

1. Пат. 1830132 СССР. МПК⁵ F27В 5/06. Трубчатая печь / В.Е. Гинсар, В.А. Десятов. Заявлено 22.01.1991; Опубл. 23.07.1993, Бюл. № 27. – 8 с.: ил.
2. Филиппов М.М. Математическая модель многозонной термической установки для выращивания монокристаллов [Электронный ресурс] // I Международная научная конференция «Современные проблемы информатизации в системах моделирования, программирования и телекоммуникациях». – Режим доступа: <http://www.econf.rae.ru/conference/237>, вход свободный.
3. Филиппов М.М., Бабушкин Ю.В., Грибенюков А.И., Гинсар В.Е. Алгоритм оценки мощностей нагревательных элементов в многозонной установке для выращивания кристаллов по Бриджмену // Известия Томского политехнического университета. – 2009. – Т. 315. – № 2. – С. 110–112.
4. Филиппов М.М., Бабушкин Ю.В., Грибенюков А.И., Гинсар В.Е. Оценка динамики температурного поля в рабочем объеме вертикальной установки Бриджмена при продольно-осевом перемещении ростового контейнера в процессе выращивания кристаллов // Известия Томского политехнического университета. – 2009. – Т. 315. – № 2. – С. 104–109.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РАСПЛАВА И КРИСТАЛЛА НА СКОРОСТЬ РОСТА И ФОРМУ ФРОНТА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КРИСТАЛЛОВ МЕТОДОМ БРИДЖМЕНА

Филиппов М.М., Бабушкин Ю.В., Гинсар В.Е.*
Томский политехнический университет
imces@yandex.ru

*Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН

При выборе оптимальных температурных режимов технологического процесса выращивания кристаллов технологю необходимо иметь информацию о зависимости качества кристалла от различных факторов. Существенными факторами, от которых зависит качество выращиваемого кристалла, являются скорость его роста и форма фронта кристаллизации. В [1] отмечено, что одной из причин, влияющей на эти факторы, может быть различие теплофизических свойств кристалла и расплава, в частности, их теплопроводностей.

Для многих многокомпонентных веществ известны теплофизические свойства только при комнатной температуре, а свойства расплавов, оцениваются, как правило, по грубым косвенным методам, которые не учитывают влияния факторов второго порядка – вариации состава вещества, изменение давления паровой фазы и т. д. Экспериментальная проверка влияния различия теплофизических свойств рабочего вещества в жидком и твердом состояниях на факторы, от которых зависит качество выращиваемого кристалла весьма длительный и дорогостоящий процесс. Поэтому оценку зависимости скорости роста кристалла и формы фронта кристаллизации для различных сочетаний теплофизических свойств кристалла и расплава предлагается провести с помощью методов математического моделирования. Результаты, полученные численными методами, помогут технологам выбрать приемлемые температурные режимы в процессе выращивания кристаллов.

К настоящему времени для выращивания кристаллов высокого качества хорошие результаты получены с применением метода Бриджмена, реализуемого в многозонных печах, построенных на основе унифицированных нагревательных модулей [2]. На рис. 1 изображен вертикальный разрез установки для выращивания кристаллов. В соответствии с функциональным назначением, ее рабочий объем разделен на три тепловые зоны:

- верхняя тепловая зона предназначена для плавления рабочего вещества;
- в градиентной зоне происходит непосредственный рост кристалла;
- в нижней тепловой зоне поддерживается температурный режим, обеспечивающий теплоотвод от выращенного кристалла.

Рабочее вещество характеризуется следующими теплофизическими параметрами: $k_{кр}$, k_p – коэффициент теплопроводности, $\rho_{кр}$, ρ_p – плотность, $C_{кр}$, C_p – удельная теплоемкость кристалла и расплава соответственно.

В процессе выращивания кристалла ампула, содержащая расплавленное рабочее вещество, медленно опускается из верхней тепловой зоны в нижнюю. Расплав, проходя через точку плавления, кристаллизуется.



Рис. 1. Разрез установки для выращивания кристаллов. Обозначения: 1) воздух; 2) паровая фаза над расплавом; 3) ампула; 4) тигель; 5) рабочее вещество; 6) теплоотвод; 7) тепловые шунты; 8) теплоизолятор; 9) подставка установки; 10) затравочный кристалл; Н1–Н30 и М1–М23 – нагревательные элементы и модули

В связи с тем, что скорость движения ампулы мала, то процесс выращивания кристалла можно считать квазистационарным, а в качестве варьируемого теплофизического параметра рабочего вещества использовать отношение коэффициентов теплопроводности в жидкой и твердой фазах, ($k=k_p/k_{кр}$).

Для оценки влияния введенного параметра на температурное поле в рабочем объеме используется математическая модель [3], учитывающая основные особенности технологического процесса кристаллизации в многозонной термической установке.

В качестве рабочего вещества рассматривается $ZnGeP_2$ ($k_{кр}=18$ Вт/(м·К)). Экспериментальная оценка этого параметра, проведенная в [4], дала

значение $k=2.3$. В работе проведено моделирование поведения скорости роста кристалла и формы фронта кристаллизации для случаев $k=1.5$ и $k=3$.

При проведении вычислительных экспериментов температурное поле модели стабилизировалось с помощью тепловых мощностей нагревателей. Расчетные осевые распределения температуры в рабочем объеме установки для трех случаев в начальном состоянии отличаются незначительно.

Перемещение ампулы вниз вдоль оси на величину Δh относительно начального положения приводит к изменению объемов рабочего вещества в жидкой и твердой фазах и вызывает смещение точек кристаллизации на оси и боковой поверхности растущего кристалла от своих начальных положений с разными скоростями (рис. 2, 3).

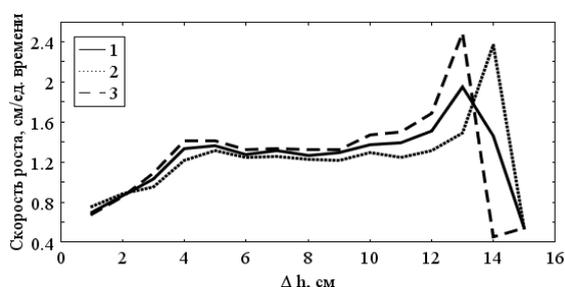


Рис. 2. Изменение скорости роста кристалла на оси при: 1) $k=2.3$; 2) $k=1.5$; 3) $k=3$

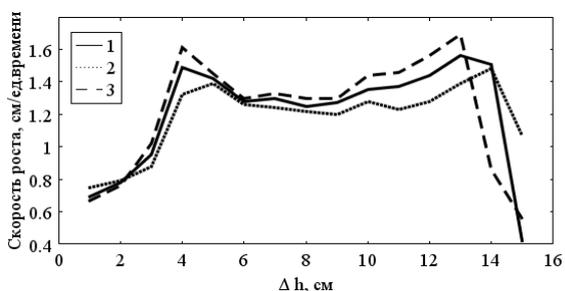


Рис. 3. Изменение скорости роста кристалла на периферии при: 1) $k=2.3$; 2) $k=1.5$; 3) $k=3$

Для $k=3$ скорости роста кристалла на оси и периферии в начале процесса минимальны. На участке Δh от 2 до 3 см скорости роста кристалла выравниваются, затем при $k=3$ превышают скорости роста кристалла при $k=2.3$ и $k=1.5$. В случае $k=1.5$ скорость роста кристалла минимальна. Финальные увеличения скорости роста кристалла во всех случаях связаны с тем, что кристалл полностью вырос и изотерма кристаллизации находится в области паровой

фазы. При $k=3$ кристалл вырастает быстрее, чем при $k=2.3$ и $k=1.5$.

Информация о форме фронта кристаллизации представлена в таблице.

Таблица. Зависимость формы фронта кристаллизации от Δh

Δh , см	0	1	2	3	4	5	6	7
$k=2.3$	-	-	-	+	+	-	-	-
$k=1.5$	-	-	-	+	+	-	-	-
$k=3$	-	-	-	+	+	-	-	-
Δh , см	8	9	10	11	12	13	14	15
$k=2.3$	-	0	+	+	+	+	+	+
$k=1.5$	-	+	+	+	+	+	+	+
$k=3$	-	-	+	+	+	+	+	+

Обозначения: (-) – вогнутая в расплав; (0) – плоская; (+) – выпуклая в расплав.

Т. к. выпуклая в расплав или плоская форма фронта кристаллизации являются благоприятными факторами для роста кристаллов, а вогнутая в расплав форма фронта отрицательно влияет на структурное совершенство, то при Δh от 5 до 8 см необходимо принять меры по ее инвертированию.

Результаты расчетов и проведенная оценка изменения скорости роста кристалла и формы фронта кристаллизации в процессе его роста позволяют на основании полученных данных произвести коррекцию температурных режимов технологического процесса выращивания монокристаллов $ZnGeP_2$.

Литература

- Тиман Б.Л., Фесенко В.М., Ремез Н.З. Влияние различия свойств расплава и кристалла на положение фронта кристаллизации при выращивании методом Стокбаргера // Монокристаллы и техника. Харьков: ВНИИ монокристаллов. – 1976. – № 13. – С. 1–6.
- Пат. 1830132 СССР. МПК⁵ F27B 5/06. Трубчатая печь / В.Е. Гинсар, В.А. Десятов. Заявлено 22.01.1991; Опубл. 23.07.1993, Бюл. № 27. – 8 с.: ил.
- Филиппов М.М., Бабушкин Ю.В., Грибенюков А.И., Гинсар В.Е. Оценка динамики температурного поля в рабочем объеме вертикальной установки Бриджмена при продольно-осевом перемещении ростового контейнера в процессе выращивания кристаллов // Известия Томского политехнического университета. – 2009. – Т. 315. – № 2. – С. 104–109.
- Верозубова Г.А., Грибенюков А.И. Рост кристаллов $ZnGeP_2$ из расплава // Кристаллография. – 2008. – Т. 53. – №1. – С. 175–180.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ (ВИЧ-ИНФЕКЦИЯ)

Куимов В.И., Тукмачев И.С.

Научный руководитель Рапопорт А.Н.

Вятский государственный университет

vlad.kuimov@gmail.com

Введение

В настоящее время иммунологами и клиницистами накоплен большой объем экспериментальных данных, касающихся функционирования иммунной системы. Это обстоятельство позволило подойти к построению сложных математических моделей иммунных процессов [1].

Модель, предложенная американскими математиками Кишнером и Веббом [2], описывает динамику ВИЧ-инфекции в плазме и в лимфатической системе на достаточно длительном промежутке времени (несколько лет). Модель отражает основные моменты функционирования иммунной системы, учитывает влияние лекарственных препаратов на течение болезни, а также способность вируса изменяться под действием этих лекарств (эффект резистентности).

Базовая модель динамики ВИЧ-инфекции

Базовая модель без лечения (1) и с лечением (2) включает:

- чувствительную (V_S) и нечувствительную (V_r) к действию лекарств популяцию ВИЧ;
- популяцию здоровых CD4+ T-лимфоцитов (T);
- T_S — популяцию T-лимфоцитов, пораженных штаммом вируса V_S ;
- T_r — популяцию T-лимфоцитов, пораженных штаммом вируса V_r .

$$\begin{cases} dT(t)/dt = S(t) - \alpha_T T(t) + p_1(t)T(t)V_S(t) - k_S V_S(t)T(t) \\ dT_S(t)/dt = k_S V_S(t)T(t) - \alpha_{T_S} T_S(t) - p_2(t)T_S(t)V_S(t) \\ dV_S(t)/dt = p_3(t)T_S(t)V_S(t) - k_V T(t)V_S(t) + G_S(t) \end{cases} \quad (1)$$

При составлении уравнений модели (1) учтены такие факторы, как наличие внешнего источника T-клеток $S(t)$ (тимус и костный мозг) и вируса $G_S(t)$ (лимфа), гибель клеток в силу естественных причин и в силу поражения их вирусом (коэффициенты α_T и k_S), действие иммунного ответа $p_2(t)$ и др.

Под действием лекарственных препаратов вырабатывается устойчивая к ним (резистентная) форма вируса иммунодефицита, после чего лечение фактически перестает действовать [3]. Способность вируса к мутации определяется параметром q .

Также предполагается, что резистентный вирус начинает поступать в систему из внешнего лимфоидного источника только после того, как

общая популяция вируса достигнет определенной пороговой концентрации (функция G_r).

$$\begin{cases} dT(t)/dt = S(t) - \alpha_T T(t) + p_1(t)T(t)V(t) - [\eta_1(t)k_S V_S(t) + k_V V_r(t)]T(t) \\ dT_S(t)/dt = \eta_1(t)k_S V_S(t)T(t) - \alpha_{T_S} T_S(t) - p_2(t)T_S(t)V(t) \\ dT_r(t)/dt = k_V V_r(t)T(t) - \alpha_{T_r} T_r(t) - p_2(t)T_r(t)V(t) \\ dV_S(t)/dt = (1-q)p_3(t)T_S(t)V(t) - k_V V_S(t)T(t) + \eta_2(t)G_S V_S(t)/(B+V(t)) \\ dV_r(t)/dt = p_3(t)T_r(t)V(t) + qp_3(t)T_S(t)V(t) - k_V V_r(t)T(t) + G_r(V(t))V_r(t)/(B+V(t)) \end{cases} \quad (2)$$

В модели (2) учитывается действие лекарств, которое определяется применяемых лекарств.

Модель с запаздывающим аргументом

Введение в модель запаздывающего аргумента позволяет учесть тот факт, что между моментом заражения T-клетки вирусом и моментом, когда она начинает воспроизводить новые копии вируса, проходит инкубационный период τ . Некоторая часть зараженных клеток успевает погибнуть до того, как начинает воспроизводить новые копии вируса. Действие лекарственных препаратов также происходит с задержкой по времени.

Модифицируется второе уравнение системы (1):

$$dT_S(t)/dt = k_S^* T(t-\tau)V_S(t-\tau)\theta(t-\tau) - \alpha_{T_S} T_S(t) - p_2(t-\tau)V_S(t-\tau)\theta(t-\tau)T_S(t),$$

а также уравнения 2 и 3 системы (2):

$$dT_S(t)/dt = k_S^* \theta(t-\tau)\eta_1^*(t-\tau_1)V_S(t-\tau)T(t-\tau) - \alpha_{T_S} T_S(t) - p_2(t-\tau)\theta(t-\tau)T_S(t)V(t-\tau)$$

$$dT_r(t)/dt = k_r^* \theta(t-\tau)V_r(t-\tau)T(t-\tau) - \alpha_{T_r} T_r(t) - p_2(t)\theta(t-\tau)T_r(t)V(t-\tau).$$

Здесь $k_S^* = k_S e^{-m\tau}$ — множитель, отражающий гибель зараженных клеток в силу естественных причин. При этом новые функции лечения η_1^* и η_2^* будут определяться через исходные: $\eta_{1,2}^*(t) = \theta(t)\eta_{1,2}(t) + 1 - \theta(t)$.

Численные эксперименты

На рисунках 1 и 2 представлены результаты численного интегрирования уравнений модели, отражающие течение болезни в отсутствие лечения и при постоянном лечении соответственно. Интегрирование проводилось на

отрезке времени равном 3500 дней и с начальными условиями: $T(0) = 600 \text{ ед/мм}^3$, $T_S(0) = 0 \text{ ед/мм}^3$, $T_r(0) = 0 \text{ ед/мм}^3$, $V_S(0) = 10 \text{ ед/мм}^3$, $V_r(0) = 0 \text{ ед/мм}^3$. Параметры лечения: $c_1 = 0,5$; $c_2 = 0,025$; $c_3 = 0,15$.

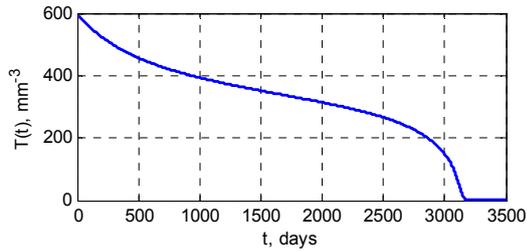


Рис. 1. Динамика течения заболевания без лечения

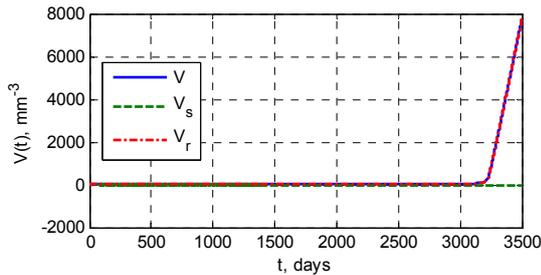


Рис. 2. Динамика течения заболевания с лечением

Графики 1 и 2 согласуются с результатами клинических исследований ВИЧ. После периода острой инфекции количество T -клеток постепенно падает до нуля примерно за 9-10 лет. Введение запаздывания (15 дней) отодвигает последнюю стадию ВИЧ-инфекции (СПИД) приблизительно на 90 дней.

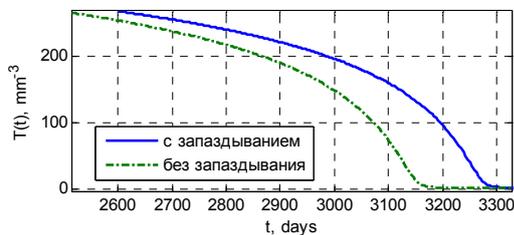


Рис. 3. Результат введения запаздывания в модель

Обычно лечение ВИЧ-инфицированных пациентов начинается при концентрации $CD4+$ T -клеток на уровне 200 ед/мм^3 (это соответствует 8 годам течения болезни). На рисунке 4 представлен график, отражающий процесс лечения. Чувствительный к лекарствам штамм вируса заменяется на резистентный к 35 дню лечения. В результате применение лекарств отодвигает момент наступления стадии СПИДа на десятки недель.

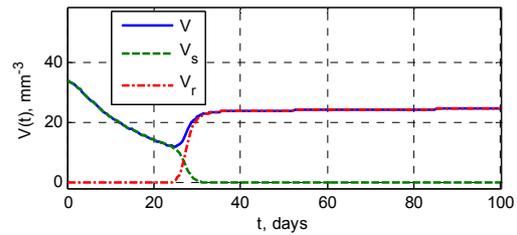


Рис. 4. Динамика заболевания с лечением при концентрации T -клеток 200 ед/мм^3

Влияние запаздывания на течения заболевания при данных параметрах представлено на рисунке 5.

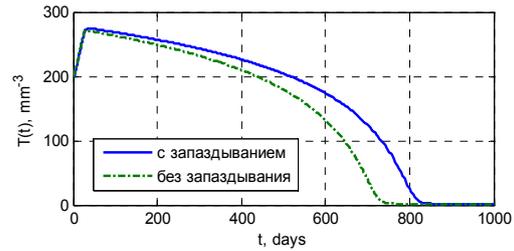


Рис. 5. Влияние запаздывания на динамику заболевания с лечением

Заключение

В результате проведения численных экспериментов с моделью можно сделать следующие выводы:

- Лечение надо начинать при падении концентрации T -клеток до некоторого определенного уровня, определяемого для каждого больного индивидуально. В этом случае можно отодвинуть наступление последнего этапа ВИЧ-инфекции.
- Для предотвращения замещения чувствительного к лекарствам вируса резистентным штаммом необходимо использовать комбинированный прием лекарственных препаратов.
- Введение в модель запаздывания более точно отражает динамику прогрессирования ВИЧ-инфекции.

Литература

1. Марчук Г.И. Математические модели в иммунологии. — Изд. 2-е, перераб. и доп. — М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1985. — 240 с.
2. Kirchner D.E., Webb G.F. Resistance, Remission and Qualitative Differences in HIV Chemotherapy // Emerging Infectious Diseases, 1997, V.3, №3.
3. Фаучи Э., Лейн К. ВИЧ-инфекция. В кн.: Внутренние болезни по Тинсли Р. Харрисону, «Практика» — McGraw-Hill, 2002. — т. 2, с. 2157-2234.

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПРОЕКТИВНОЙ ГЕОМЕТРИИ В СИСТЕМЕ GEOGEBRA

Зиятдинов Р.А.

Татарский государственный гуманитарно-педагогический университет
Казанский государственный технический университет им. А.Н. Туполева
rushanziatdinov@yandex.ru

Введение

Интерактивными геометрическими системами (ИГС) [1] называются программные среды, которые позволяют делать геометрические построения на компьютере таким образом, что при движении исходных объектов фигура сохраняет свою целостность. Geogebra предназначена прежде всего для решения задач школьного курса геометрии: в ней можно создавать всевозможные конструкции из точек, векторов, отрезков, прямых, строить графики элементарных функций, которые также возможно динамически изменять варьированием некоторого параметра, входящего в уравнение, а также строить перпендикулярные и параллельные заданной прямой линии, серединные перпендикуляры, биссектрисы углов, касательные, определять длины отрезков, площади многоугольников и замкнутых кривых и т.д. Кроме того, координаты точек могут быть введены вручную на панели объектов, а уравнения кривых, касательные в строке ввода при помощи соответствующих команд. Geogebra применяется также для демонстрации теорем. Решенные с ее помощью задачи легко просмотреть с начала в режиме презентации. Созданный файл можно экспортировать как интерактивный чертеж в формат Web-страницы (для ее корректного отображения следует предварительно установить Java Runtime Environment).

О возможности применения ИГС Geogebra для решения задач и демонстрации теорем проективной геометрии

Проективная геометрия является достаточно сложным для понимания студентов разделом геометрии. Как показывает опыт, создание видеороликов с решениями задач и демонстрациями доказательств теорем способствует более быстрому и глубокому пониманию предмета и появлению заинтересованности к его изучению. Geogebra как раз представляет такие возможности, а именно, возможность пошагового просмотра решения задачи или доказательства теоремы. Далее в качестве примера приведем решение задачи методов изображений из курса проективной геометрии.

Дано изображение треугольной пирамиды $SA'B'C'$ и три точки сечения ее плоскостью на боковых гранях P, Q, R . Требуется построить сечение, проходящее через эти три точки.

Решение

Зададим произвольные координаты точек основания и вершины призмы:

$$S=(7.52, 8.47)$$

$$A'=(5.52, 4.94)$$

$$B'=(7.62, 3.49)$$

$$C'=(9.44, 5)$$

а также координаты точек на боковых гранях:

$$P=(6.65, 6.36)$$

$$Q=(7.92, 5.69)$$

$$R=(7.1, 6.8)$$

Построим пирамиду, соединив точки отрезками:

$$a=\text{Segment}[A', B']$$

$$b=\text{Segment}[B', C']$$

$$c=\text{Segment}[A', C']$$

$$d=\text{Segment}[S, A']$$

Ребра пирамиды пересекаются в точке S . При проектировании из этой точки образы точек P, Q, R сечения на плоскость проектирования $A'B'C'$ получаются центральным проектированием. Таким образом, получаем образы точек сечения P', Q', R' :

$$g=\text{Line}[S, R]$$

$$h=\text{Line}[S, Q]$$

$$i=\text{Line}[S, P]$$

$$P'=\text{Intersect}[a, i]$$

$$Q'=\text{Intersect}[b, h]$$

$$R'=\text{Intersect}[c, g]$$

Строим треугольники ΔPQR и $\Delta P'Q'R'$.

Это дезарговы треугольники, так как прямые, соединяющие их соответствующие вершины, пересекаются в точке S :

$$l=\text{Segment}[R', Q']$$

$$j=\text{Segment}[R', P']$$

$$k=\text{Segment}[Q', P']$$

$$m=\text{Segment}[R, P]$$

$$n=\text{Segment}[Q, R]$$

$$p=\text{Segment}[P, Q]$$

Продолжаем пары соответствующих сторон дезарговых треугольников: (RQ) , $(R'Q')$ и (RP) , $(R'P')$ и находим их пересечения:

$$V = (RP) \cap (R'P'), W = (RQ) \cap (R'Q'):$$

$$t=\text{Line}[R', Q']$$

$$s_1=\text{Line}[R, Q]$$

$$q=\text{Line}[R, P]$$

$$r=\text{Line}[R', P']$$

$$V=\text{Intersect}[q, r]$$

$$W=\text{Intersect}[s_1, t]$$

Проводим прямую $s = (VW)$ -- ось перспективы. Прямая s является прямой пересечения плоскости основания призмы $(A'B'C')$ и плоскости искомого сечения (ABC) :

$$s = (ABC) \cap (A'B'C'):$$

$$s=\text{Line}[V, W]$$

Продолжаем сторону основания призмы, например, $(A'B')$ до ее пересечения с осью перспективы s и получаем точку U :
 $U = (A'C') \cap s$:

$a_1 = \text{Line}[A', B']$
 $U = \text{Intersect}[s, a_1]$

Через точку U и точку P на соответствующей грани проводим прямую (UP) , эта прямая лежит одновременно в плоскости сечения и плоскости грани, которой принадлежит заданная точка сечения P :

$b_1 = \text{Line}[P, U]$

Построение остальных прямых сечения можно провести аналогично, либо продолжить построения более простым способом. Через точку $A = (UP) \cap (SA')$ и точку R проводим прямую сечения AR :

$d_1 = \text{Line}[A, C]$
 $C = \text{Intersect}[f, c_1]$

далее через точку $C = (AR) \cap (SC')$ и точку Q проводим прямую (CQ) :

$c_1 = \text{Line}[B, Q]$

При правильном построении точки пересечения $B = (SB') \cap (CQ)$ и $B = (SB') \cap (UP)$ должны совпасть.

$V = \text{Intersect}[e, b_1]$

Для наглядности сечение изображается другим цветом (Рис. 1). При изменении координат точек пирамиды целостность чертежа сохраняется, что является весьма ценным инструментом для демонстрации такого рода задач. Это также позволяет моделировать различные нетривиальные случаи, например, параллельность тех плоскостей в которых лежат дезарговы треугольники и т.д. На Рис. 2 показано, как может измениться сечение пирамиды при изменении координат ее вершины.

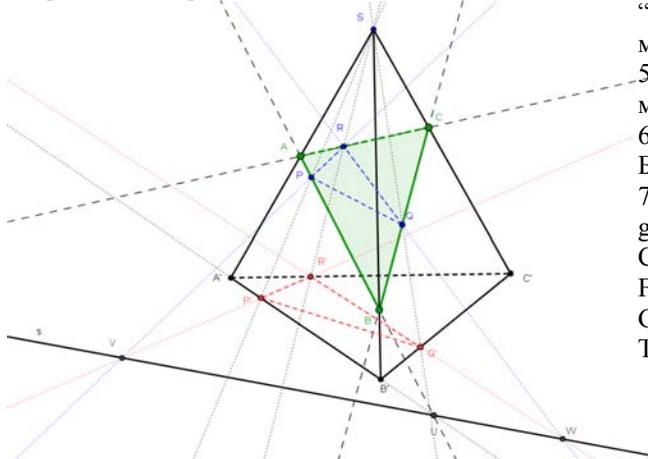


Рис. 1. Сечение треугольной пирамиды.

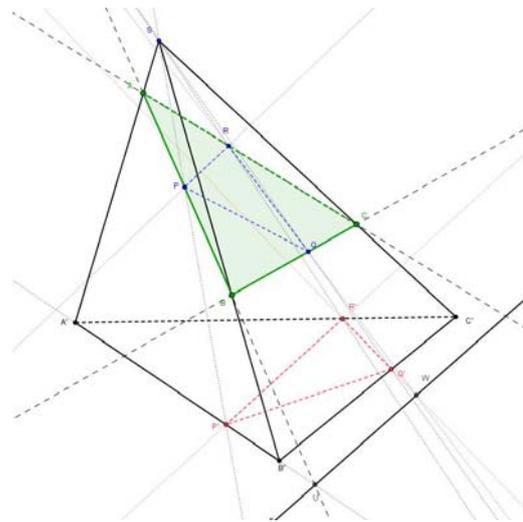


Рис. 2. Сечение треугольной пирамиды.

Заключение

Используемая автором настоящей работы система компьютерной геометрии может быть с успехом применена и в других областях геометрии: аналитической и дифференциальной (см. подробности в [3] и [4]).

Литература

1. Х.С.М. Кокстер, Действительная проективная плоскость. – М: ГИФМЛ, 1959.
2. Дубровский В.Н. Типология динамических чертежей.// XV Международная конференция-выставка «Информационные технологии в образовании» («ИТО-2005»), Москва, 2005.
3. Р. А. Зиятдинов. О возможностях использования интерактивной геометрической среды Geogebra 3.0 в учебном процессе.//Материалы 10-й Международной конференции «Системы компьютерной математики и их приложения» (СКМП),СмолГУ, г.Смоленск, 2009, С. 39-40.
4. В. В. Пилюгин, Л. Н. Сумароков, «Геометрическое моделирование», Матем. моделирование, 6:5 (1994), 21–36.
5. Ю.Г. Игнатъев, Проективная геометрия и методы изображений. Курс лекций, Казань, 2005.
6. Сборник задач по геометрии. Под ред. В.Т. Базылева, - М: Просвещение, 1980.
7. Rushan Ziatdinov, Tolga Kabaca, Differential geometry with Geogebra, // 3rd International Conference on “Innovations in Learning for the Future 2010: e-Learning” (First Eurasia Meeting of GeoGebra (EMG)), May 11-13, 2010, Istanbul, Turkey (в печати)

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ТРАНСПОРТИРУЕМОГО ДЛИННОИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА В ПЛАЗМЕННОЙ СИСТЕМЕ

Зунг Л.Х.,

Научный руководитель: Коваль Т.В.
Томский политехнический университет
lehuydung@mail.ru

Введение

Низкоэнергетические (10-30 кэВ) электронные пучки применяются для поверхностной обработки материалов. Для формирования интенсивных (до 300 А) субмиллисекундных (до 200 мкс) электронных пучков с плотностью энергии до 100 Дж/см² разработаны импульсные электронные источники с плазменным катодом [1,2]. Одной из основных проблем применения импульсных электронных источников является разработка надежных методов транспортировки пучков с большой плотностью энергии. В настоящее время нет самосогласованной модели, описывающей процессы генерации электронного пучка и пучковой плазмы. Однако для выяснения основных механизмов, влияющих на транспортировку пучка в плазме, оказывается удовлетворительным критерий соответствия расчетных и экспериментальных данных на интегральном уровне (первеанс, огибающая пучка, токопрохождение). В данной работе проводится моделирование динамики нерелятивистского электронного пучка в плазменнонаполненной трубе дрейфа; определяются механизмы ответственные за энергетические потери пучка в канале транспортировки и проводится сравнение результатов расчетов с экспериментами [3].

Математическая модель

В общем случае транспортировка электронного пучка происходит в условиях зарядовой и токовой нейтрализации во внешнем $\{B_r, B_z\}$ и собственном B_θ магнитных полях. Движение электронов и формирование огибающей электронного пучка с учетом изменения его радиуса, плотности тока и токовой нейтрализации описывается системой уравнений:

$$\begin{aligned} \ddot{x} &= -\frac{r_b e B_{\theta,m} A}{r^2 \beta_z \gamma m_0} x - \frac{e B_z}{\gamma m_0 c} \dot{y} + \frac{e \beta_z}{\gamma m_0} \tilde{B}_r y, \\ \ddot{y} &= -\frac{r_b e B_{\theta,m} A}{r^2 \beta_z \gamma m_0} y + \frac{e B_z}{\gamma m_0 c} \dot{x} - \frac{e \beta_z}{\gamma m_0} \tilde{B}_r x, \\ \ddot{z} &= \frac{r_b e B_{\theta,m}}{r^2 \gamma m_0} (1 - f_M)(\beta_x x + \beta_y y) - \frac{e}{\gamma m_0} \tilde{B}_r (\beta_x y - \beta_y x) - \frac{e E_{z,ind}}{\gamma m_0}, \end{aligned} \quad (3)$$

$$B_{\theta,m} = \frac{2I_b(t)}{r_b c}, \quad \tilde{B}_r = -\frac{1}{2} \frac{\partial B_z}{\partial z},$$

Здесь $\beta_z = \dot{z}/c$, $\beta_x = \dot{x}/c$, $\beta_y = \dot{y}/c$,
 $\gamma^{-2} = 1 - \beta_x^2 - \beta_y^2 - \beta_z^2$, $A = \beta_z^2(1 - f_M) - 1 + f_e$, e и m_0

- заряд и масса электрона, $B_{\theta,m}$ - максимальное значение собственного магнитного поля, $\rho(t, r, z)$ - плотность заряда электронов пучка, $r = \sqrt{x^2 + y^2}$ - радиус траектории электрона в цилиндрических координатах (r, θ, z) ; r_b и R_C - радиусы пучка и трубы дрейфа; f_M и f_e - степени токовой и зарядовой нейтрализации; $E_{z,ind}$ - электрическое поле, обусловленное индуктивными явлениями на фронте пучка и возбуждением неустойчивостей при транспортировке пучка в плазме. Уравнения (1-3) допускают аналитические оценки в предположении, что скорости электронов и плотность зарядов не имеют пространственного распределения. В общем случае система уравнений (1-3) решается численно.

Энергетические потери длинноимпульсных пучков

В импульсном источнике на основе плазменного катода при ускоряющем напряжении 15 кВ длительности импульсов 200 мкс ток электронного пучка составлял 80-100 А в ведущем магнитное поле $B_{z,max}$ до 300 Гс [2]. В этом источнике плазма нарабатывалась самим пучком, и, в зависимости от параметров образованной пучково-плазменной системы, объемный заряд пучка был полностью или частично скомпенсирован. При однократной ионизации в единице объема за единицу времени образуется $n_i = n_e = n_b v_b n_g \sigma_i$, ионов и электронов плазмы, где n_b и v_b плотность и скорость пучка, n_g - плотность нейтральных частиц газа, σ_i - сечение ионизации нейтральной частицы. При $n_b > n_i$ собственное электрическое поле при слабом ведущем магнитном поле может играть определяющую роль в потере энергии при транспортировке электронного пучка.

На рис.1 показаны распределения потерь энергии пучка, полученные в работе [2], по длине трубы дрейфа для давления $1,5 \cdot 10^{-2}$ Па, из которых видно, что при транспортировке пучка потери энергии могут быть существенными при малых ведущих магнитных полях. Результаты численных решения уравнений (1)-(3) для параметров эксперимента приведены на рис. 2-4. На рис.2. показаны распределения магнитного поля в трубе дрейфа. Внешнее магнитное поле формировалось двумя катушками индуктивности. На рис. 3 показаны огибающие электронного пучка при различных значениях магнитного поля $B_{z,max}$. Из рис. 3 видно, что глубина и положение кроссовера

зависят от величины внешнего магнитного поля. При магнитном поле $B_{z\max}=300$ Гс первый кроссовер находится на расстоянии 8 см, а при $B_{z\max}=36$ Гс кроссовер сдвигается на расстояние 17 см, при этом глубина его существенно больше.

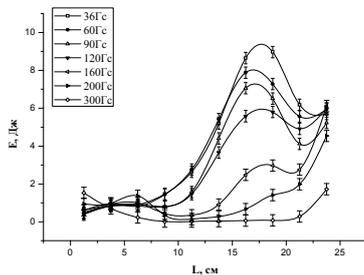


Рис. 1. Распределение потерь энергии пучка по длине транспортировки для различных значений ведущего магнитного поля

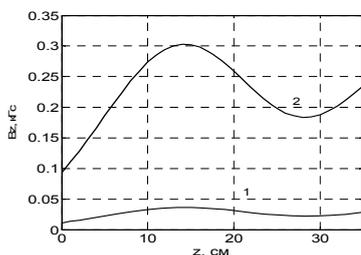


Рис.2. Распределение магнитного поля в трубе дрейфа: 1- $B_{z\max}=36$ Гс, 2- 300 Гс

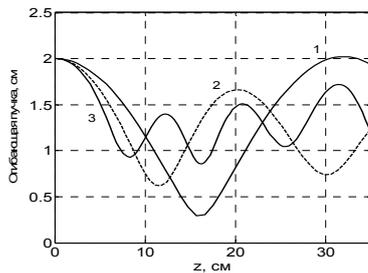


Рис.3. Огибающая электронного пучка; 1- $B_{z\max}=36$ Гс, 2 - $B_{z\max}=120$ Гс, 3 - $B_{z\max}=300$ Гс

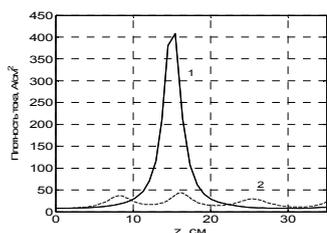


Рис. 4. Распределение плотности тока электронов пучка в трубе дрейфа; 1- $B_{z\max}=36$ Гс, 2 - $B_{z\max}=300$ Гс

На рис. 4 показано распределение плотности тока пучка для полей $B_{z\max}=36$ Гс и 300 Гс. Из рисунка следует, что если плотность электронов пучка на входе равна $7 \cdot 10^9$ см⁻³, то в области

кроссовера почти на 2 порядка выше, при этом плотность плазмы 10^{11} - 10^{12} см⁻³ для давления газа $1,5 \cdot 10^{-2}$ Па.

При малых ведущих магнитных полях и указанных давлениях газа ионизованных частиц не хватает для полной зарядовой нейтрализации ($n_i < n_b$) и в области кроссовера формируется виртуальный катод. Под действием собственного электрического и ведущего магнитного полей электроны из области кроссовера уходят на стенку трубы дрейфа, что приводит к потерям тока транспортируемого пучка. Данное состояние не является стационарным, т.к. не является стационарным состоянием с виртуальным катодом. Это подтверждает колебательный характер осциллограммы тока в эксперименте [2]. С увеличением внешнего магнитного поля действие собственных магнитных полей ослабляется и в области кроссовера плотность заряда пучка полностью нейтрализуется. Местоположение максимальных потерь энергии пучка на экспериментальных кривых (рис.1) согласуется с теоретическими расчетами координаты кроссовера. Смещение максимума потерь с увеличением магнитного поля в эксперименте также согласуется со смещением положения кроссовера. В эксперименте ведущее магнитное поле неоднородное. Заметим, что в однородном магнитном поле $B_{z\max}=36$ Гс координата кроссовера 15 см и его глубина 0.9 см.

Выводы

Численные исследования показали одну из причин энергетических потерь низкоэнергетического пучка при транспортировке в плазменнонаполненных системах.

Для пучков с длинным импульсом тока (~300 мкс) с неполной зарядовой компенсацией в области кроссовера основные потери энергии пучка могут быть связаны с потерями тока пучка на стенке трубы дрейфа.

Литература

1. Коваль Н.Н., Щанин П.М., Девятков В.Н. и др. // ПТЭ. - 2005. – В. 1. С.135-140.
 2. Григорьев С.В., Девятков В.Н., Коваль Н.Н., Москвин П.В., Тересов А.Д. // Тр. III международного Крейнделевского семинара «Плазменная эмиссионная электроника». Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, - 2009. - С. 37-44.
- Grigoriev V.P., Koval T.V., Ozur G.E., Nefyotsev E.V. // Proc. Of the 15th Symposium on High Current Electronics. - Tomsk, Russia, July 25-29, 2004. - PP. 60-63.

О ВОЗМОЖНОЙ КОРРЕЛЯЦИИ МЕЖДУ ЯМР РЕЛАКСАЦИЕЙ И ХИМИЧЕСКОЙ НЕОДНОРОДНОСТЬЮ ПОЛИМЕРОВ ДРЕВЕСИНЫ

Пен О.В., Левченко С.И., Е.С.Маслова
Сибирский Федеральный Университет,
olgapen1991@gmail.com

Как известно, в релаксационной спектроскопии ЯМР сигнал после 90° импульса угасает экспоненциально с постоянной времени T_2 согласно уравнению

$$M_t = M_0 \exp\left(-\frac{t}{T_2}\right). \quad (1)$$

Гетерогенность среды приводит к увеличению числа M_k с разной скоростью релаксационных процессов [1]. К таким системам относятся, например жидкость-пористое твердое тело, биологические объекты, гели и пр. Различие релаксационных характеристик в гетерогенных объектах определяется в основном различиями в молекулярной подвижности для разных структурных областей. Интерпретация результатов исследований в гетерогенных системах осложняется неопределенностью распределения фаз и возможностью обмена молекулами между фазами. Принципы описания релаксационных процессов в гетерогенных системах заложены в работах [2, 3]. В частном случае двух фаз

$$F(t) = F_a(0) \exp\left(-\frac{t}{T_a}\right) + F_b(0) \exp\left(-\frac{t}{T_b}\right), \quad (2)$$

где $F(t)$ релаксационная функция продольной или поперечной намагниченности. Если между фазами происходит медленный обмен, то одновременно происходит перенос намагниченности между фазами. Поэтому выражение (2) трансформируется в [1]

$$F(t) = F(0) \left[p'_a \exp\left(-\frac{t}{T_a}\right) + p'_b \exp\left(-\frac{t}{T_b}\right) \right], \quad (3)$$

где p'_a , p'_b , T'_a , T'_b кажущиеся заселенности и времена релаксации. В частности, в приборе Minispec mq Series, Bruker, программы "fit monodecay", "fit bidecay", "fit tridecay" и "fit quadddecay" позволяют аппроксимировать экспериментальные данные одно, двух, трех и четырехэкспоненциальной зависимостью [4].

В общем случае N компонентов, очевидно

$$F(t) = F(0) \sum_{k=1}^N p'_k \exp\left(-\frac{t}{T_k}\right). \quad (4)$$

Аппроксимация экспериментальных зависимостей функцией (4) при неизвестном N оказывается трудной задачей. Это связано как с наличием экспериментального шума, так и с тем, что экспоненциальные функции с вещественными показателями не ортогональны. Ряд авторов

считает, что попытка использования (4) вообще является некорректной задачей [1].

В общем можно констатировать, что описание неоднородности объекта исследования в виде (4) имеет ряд принципиальных трудностей. Особенно в случае, когда объект имеет неоднородности, плотность распределения которых непрерывна. А именно такими объектами являются полимеры [5].

При изучении кинетики химических реакций обычно предполагается, что входящие в кинетические уравнения параметры-энергии активации и предэкспоненты, являются константами. Однако накопленный экспериментальный материал свидетельствует, что подобное утверждение не всегда справедливо. Существуют по крайней мере две области химии, в которых этот принцип нарушается. Это гетерогенный катализ и химия высокомолекулярных соединений. Здесь существенным оказывается ограничение возможности перераспределения энергии между активными центрами на поверхности катализатора или реакционными центрами в макромолекуле. В этих условиях неизбежно возникает распределение последних по кинетическим параметрам.

Исходя из современных представлений о кинетике реакций в конденсированных средах, существуют несколько кинетических режимов, зависящих от отношения:

$$a = \frac{\tau_Q}{\tau_X}, \quad (5)$$

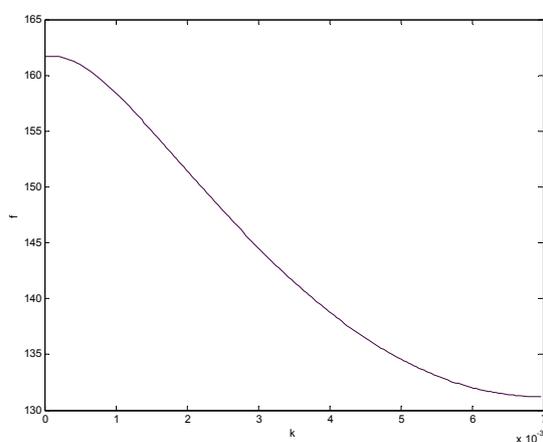
в котором τ_Q и τ_X соответственно время релаксации и время пребывания системы вблизи барьера [7]. При $a \rightarrow \infty$, скорость реакции равна:

$$C(t) = \int_{K_{MIN}}^{K_{MAX}} C_0 \exp(-kt) f(k,0) dk, \quad (6)$$

где $f(k,0)$ - распределение в начальный момент времени, определяющее условия приготовления реакционной смеси. Такой режим называется полиэкспоненциальным или полихронным. Уравнение (6) означает, что в каждой точке на оси $C(t)$ генерируется химическая реакция со своей собственной константой скорости $k(C)$. Такие режимы неоднократно наблюдались в средах с малой подвижностью [7,8,9] и обусловлены они, как правило, стохастической природой влияния растворителя на элементарный акт химического взаимодействия и большим временем релаксации системы.

Для полимеров нерегулярного строения полихронность кинетики может быть следствием существенной химической неоднородности самой макромолекулы, вступающей в химическое взаимодействие [5]. В этом случае кинетика также будет полиэкспоненциальной ввиду наличия распределения связей в макромолекуле полимера по кинетическим параметрам.

Естественной проблемой, возникающей при моделировании полихронной кинетики, является необходимость определения $f(k,0)$ по экспериментальным данным. Задача эта связана с решением интегрального уравнения (6), является некорректной и требует использования методов регуляризации [6]. С другой стороны, она требует выполнения громоздкого кинетического эксперимента. На рисунке 1 представлена типичная кривая распределения для макромолекулы лигнина, вычисленная, на основе кинетического эксперимента, методом Тихонова.



f -плотность функции распределения; k -значение константы скорости.

Рис. 1. Плотность функции распределения лигнина сосны при 393 С.

В случае непрерывного распределения неоднородности для полимеров нерегулярного строения также можно ожидать замену конечной суммы (4) на интеграл. То есть

$$F(t) = \int_0^{T_{MAX}} \exp\left(-\frac{t}{T}\right) f(T) dt . \quad (7)$$

Здесь $f(T)$ - плотность функции распределения времени релаксации, учитывающая неоднородность строения полимера.

Такая аналогия позволяет предположить, что в случае ЯМР релаксационной спектроскопии полимеров нерегулярного строения, а к таковым относятся полимеры древесины, можно ожидать получения кривых релаксации, описываемых уравнениями вида (7).

Очевидно, что в данной формулировке задача описания релаксационной кривой сводится к решению интегрального уравнения Фредгольма

1-го рода. Это некорректная задача и требует применения специальных методов. В качестве такового предлагается использование метода Тихонова [6]. При этом в качестве стабилизатора использовать выражение

$$\alpha \int_a^b [f^2(s) + f'(s)^2] ds . \quad (8)$$

А параметр регуляризации определять методом эталонного примера [7].

Такой подход дает возможность, для определения $f(k,0)$, заменить громоздкий и затратный по времени кинетический эксперимент на ЯМР спектроскопию. Что позволяет, в свою очередь, получать математические модели технологического процесса варки целлюлозы в режиме реального времени [10].

Литература

1. Чижик В.И. Ядерная магнитная релаксация [Текст] / В.И.Чижик. – Ленинград. – Издательство Ленинградского университета, 1991. -254 с.
2. Zimmerman J.R. Nuclear magnetic resonance studies in multiple phase system: Lifetime of a water molecule in an adsorbin phase on silica gel [Текст] / J.R.Zimmerman, W.E.Brittin. – J. Phys. Chem, 1957. – Vol.61. -№9. - p. 1328-1333.
3. Woessner D.E. Nuclear transfer effects in nuclear magnetic resonance pulse experiment [Текст] / D.E.Woessner. – J. Phys. Chem, 1961. –Vol. 35. - №1. –P.41-48.
4. The minispec mq Series. Руководство по измерению времен релаксации (T_1 и T_2) [Текст] / Bruker Analytik GmbH Am Silbersteifen. –April 2001. -58 p.
5. Эмануэль Н.М. Химическая физика молекулярного разрушения и стабилизации полимеров [Текст] / Н.М.Эмануэль, А.Л.Бучаченко. - М.: Наука, 1988. - 368 с.
6. Тихонов А.Н. Методы решения некорректных задач [Текст] / А.Н.Тихонов, В.Я. Арсенин. - М., Наука, 1974. -274 с.
7. Базилевский М.В. Современные теории химических реакций в конденсированной фазе [Текст] / М.В.Базилевский, В.И.Фаустов. - Успехи химии, 1992. -Т.61. -С.1185.
8. Tolkathev V.A. [Текст] / V.A. Tolkathev. - Chem. Phys. . 1987. -V.116. -P.283.
9. Аринштейн А.Э. Полихронная кинетика химических реакций в конденсированных системах [Текст] / А.Э. Аринштейн. - Химия и компьютерное моделирование. Бутлеровские сообщения, 2001г. - № 4.
10. Зорин И.Ф. Управление процессами целлюлозно-бумажного производства [Текст]/ И.Ф.Зорин, В.П.Петров, С.А.Рогульская. - М.: Лесная пром-сть, 1981. - 320 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПРАВЛЕНИЯ ОШИБОК В ПРИНИМАЕМЫХ КАДРАХ С ПОМОЩЬЮ КОНТРОЛЬНОЙ СУММЫ CRC-8

Дудин А.Л., Куклин С.А.
 НПП «Знак»
 vip@znak.kirov.ru

Введение

Циклические избыточные коды (Cyclic redundancy check, CRC) широко применяются в современных системах цифровой связи, для обнаружения ошибок в передаваемых данных. В данной статье, на примере кода CRC-8 ($x^8 + x^5 + x^4 + 1$), исследуется возможность применения циклических избыточных кодов, не только для обнаружения, но и для исправления некоторых видов ошибок. Эта возможность может быть использована, когда другие методы обеспечения надежной передачи данных (коды Рида-Соломона, сверточные коды и т.д.) не могут быть применены (из-за невозможности изменения существующих протоколов связи, передающего оборудования и т.п.) или не обеспечивают требуемых параметров.

Вычисление и проверка CRC

Значение контрольной суммы рассчитывается по формуле:

$$R(x) = P(x) \cdot x^N \text{ mod } G(x), \text{ где}$$

$R(x)$ – полином, представляющий значение CRC;

$P(x)$ – полином, коэффициенты которого представляют входные данные;

$G(x)$ – порождающий полином;

$N = \text{deg } G(x)$ – степень порождающего полинома.

Вычисленная контрольная сумма $R(x)$ добавляется к входным данным $P(x)$ и получившееся сообщение $M(x)$ передается в канал. При проверке, полином соответствующий сообщению делится на образующий полином, и если получается 0, то считается, что сообщение принято верно:

$$M(x) \text{ mod } G(x) = 0$$

Пусть при прохождении через канал сообщение было искажено, тогда справедливо равенство [1]:

$$\begin{aligned} (M(x) + E(x)) \text{ mod } G(x) &= \\ = (M(x) \text{ mod } G(x)) + (E(x) \text{ mod } G(x)) &= \\ = E(x) \text{ mod } G(x) \end{aligned}$$

где $E(x)$ – полином, соответствующий вектору ошибки.

Факт искажения сообщения можно обнаружить, если справедливо условие:

$$E(x) \text{ mod } G(x) \neq 0$$

Ошибки не будут обнаружены, если:

$$E(x) \text{ mod } G(x) = 0, \text{ где } E(x) \neq 0$$

Ситуацию, когда остаток от деления полинома $E(x)$ на порождающий полином равен нулю, будем называть коллизией.

Исправление ошибок

Для исправления ошибок в принятом сообщении необходимо найти корректирующий полином $K(x)$, чтобы выполнялось условие:

$$E(x) + K(x) = 0$$

При поиске корректирующего полинома необходимо избегать возникновения коллизий, при которых:

$$(E(x) + K(x)) \text{ mod } G(x) = 0,$$

$$E(x) + K(x) \neq 0$$

Простейший алгоритм для нахождения корректирующего полинома, это полный перебор всех вариантов. Число вариантов определяется по формуле:

$$N_{\text{вар}} = \frac{L!}{(L - e_n)!}, \text{ где}$$

$L = \text{deg } M(x)$ – длина сообщения, которая равняется степени полинома, коэффициенты которого представляют это сообщение,

e_n – вес полинома $E(x)$.

При исправлении только одной ошибки, число вариантов будет равняться длине сообщения:

$$N_{\text{вар}} = L$$

Характеристики кода CRC-8

Для оценки характеристик кода CRC-8, будем использовать кадры (сообщения), формат которых представлен на рисунке 1.



Рис. 1. Формат кадра

Вероятность наличия ошибок в принимаемом кадре, в зависимости от вероятности искажения отдельного бита в канале, рассчитывается по формуле:

$$p(n, e_p) = \frac{L!}{(L - n)! \cdot n!} \cdot e_p^n \cdot (1 - e_p)^{L - n}, \text{ где}$$

$n = e_n$ – число ошибок в кадре;

e_p – вероятность искажения отдельного бита в канале;

L – длина кадра.

Графики вероятностей наличия различного числа ошибок в кадре приведены на рисунке 2.

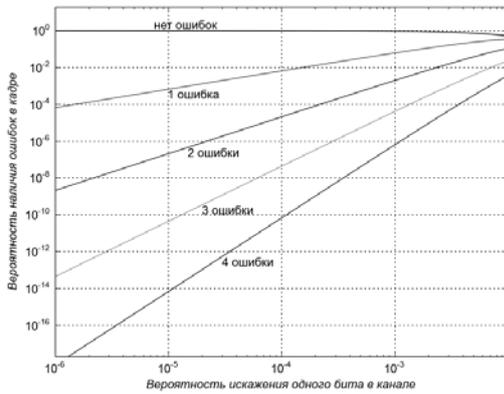


Рис. 2. Вероятность наличия ошибок в кадре

С помощью контрольной суммы CRC-8 в кадре можно обнаружить все ошибки с нечетным количеством бит, а также все двойные ошибки. Вероятности возникновения коллизий для различного числа ошибок в кадре представлены на рисунке 3.

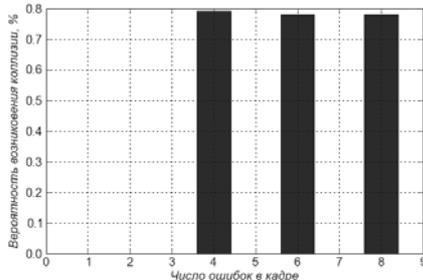


Рис. 3. Вероятность возникновения коллизий

Из рисунка 3 видно, что если в кадре присутствует только одна ошибка, то ее можно гарантированно исправить, без риска возникновения коллизий. При исправлении двойной ошибки существует вероятность получения четвертной ошибки, которая не будет обнаружена. Так как при приеме кадра невозможно узнать точное число ошибок, то возможны ситуации, когда, например, тройные ошибки исправляются как одиночные, что приводит к дополнительным коллизиям.

Результаты моделирования

Для получения численных оценок эффективности исправления ошибок в кадрах по контрольной сумме, была создана программа моделирования передачи кадров по зашумленному каналу связи. Были проведены три запуска, в ходе которых:

- 1) ошибки не исправлялись;
- 2) исправлялись одиночные ошибки;
- 3) исправлялись одиночные и двойные ошибки.

Результаты моделирования представлены на рисунках 4 и 5.

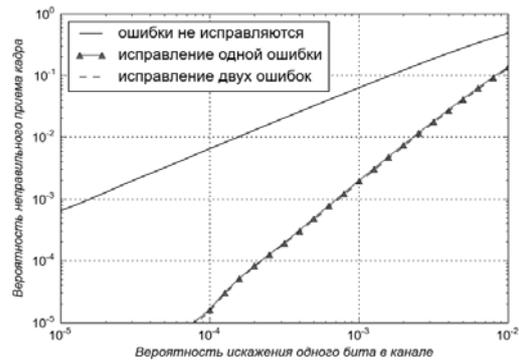


Рис. 4. Вероятность ошибочного приема кадра

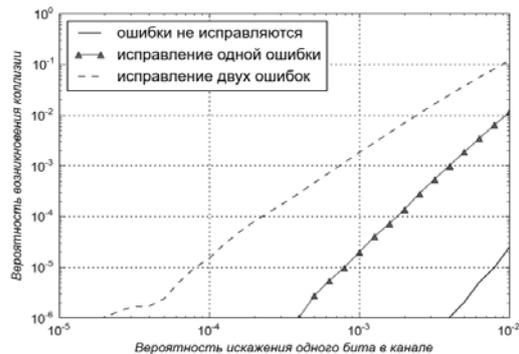


Рис. 5. Вероятность возникновения коллизии

Из приведенных графиков видно, что попытки исправления двух ошибок не дают положительного результата, так как число исправленных кадров изменяется незначительно, а число коллизий резко возрастает. Попытка исправления только одной ошибки, также приводит к росту числа коллизий, но при этом значительно уменьшается процент кадров, которые не удалось принять. В целом можно отметить следующие ограничения на возможность исправления кадров с помощью CRC-8:

- 1) возможно исправление только одиночных ошибок;
- 2) вероятность возникновения ошибок в канале должна быть низкой;
- 3) размер кадра должен быть не большой;
- 4) желательно наличие функции обнаружения коллизий на верхнем уровне сетевого стека.

Учитывая эти ограничения, механизм исправления одиночных ошибок в кадрах по контрольной сумме был реализован в реальной системе связи, где успешно применяется в настоящее время.

Литература

1. Э. Таненбаум. Компьютерные сети. 4-е изд. – СПб.: Питер, 2003. – 992 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЫНКА ЦЕННЫХ БУМАГ

Дзюра А.Е., Макарова Л.С.

Томский политехнический университет
dzyura_nastya@sibmail.com

Введение

Задача прогнозирования хода торгов на фондовом рынке не теряет своей актуальности с момента возникновения самого фондового рынка и биржи, как механизмов организации и управления инвестиционными процессами.

На сегодняшний день традиционными подходами к построению биржевых прогнозов считаются технический и фундаментальный анализ.

Однако прогнозы, полученные на основе классических методов технического анализа, зачастую противоречат друг другу и ставят потенциального инвестора в тупик.

Кроме того, кризисные ситуации, возникающие в последнее время на различных финансовых рынках по всему миру, свидетельствуют об отсутствии эффективных методов управления фондовым рынком.

Таким образом, создание методики достоверного прогнозирования хода инвестиционного процесса преследует две цели:

- а) поддержка принятия решений отдельными участниками торгов при проведении операций на фондовом рынке;
- б) принятие адекватных мер по управлению самим рынком.

Одним из наиболее эффективных подходов к построению предсказывающей системы является создание математической модели исследуемого процесса.

Постановка задачи

Исходные данные представляют собой обыкновенную базу данных – электронную таблицу, в которой содержатся ежедневные котировки акций, включающие цены открытия и закрытия торгов, минимальную, максимальную и среднюю цену акции, зафиксированные в течение торгового дня, а также объем торгов.

Табл.1. Исходные данные

Дата	Объем	Минимум	Максимум	Закрытие	Открытие	Среднее
23.03.98	5666870	1,82	1,99	1,98	1,85	1,93
24.03.98	2564930	1,98	2,03	2,00	2,00	2,00
25.03.98	2083500	1,97	2,01	2,00	2,00	1,99
26.03.98	1877510	1,94	1,99	1,95	1,99	1,97
27.03.98	2671090	1,97	2,00	2,00	1,98	1,99

В графическом виде данные представлены на рис.1. Традиционно объем торгов представляется в виде столбчатой диаграммы, а цены – в виде

вертикальных штрихов с отметками значения закрытия торгов.

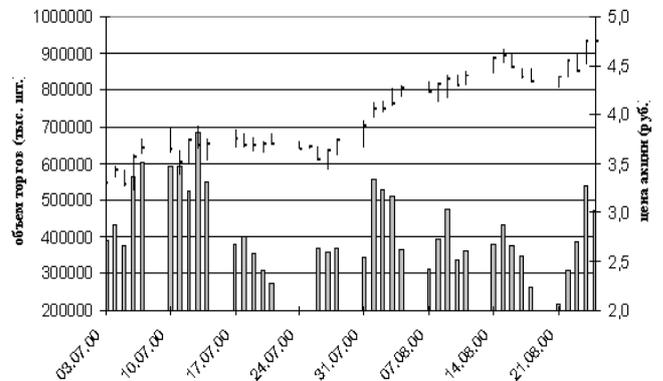


Рис. 1 Графическое представление исходных данных

Построение предиктора

Пусть требуется построить предсказывающую систему (предиктор) с дальновидностью 1 шаг по исходной выборке, т. е. требуется вычислить $N+1$ -ю величину h_{N+1} временного ряда $h_1, h_2, h_3, \dots, h_k, h_{k+1}, \dots, h_{k+m}, \dots, h_N$ данной системы по N предыдущим.

Для решения задачи будем применять трёхслойную нейронную сеть с $N_1 = m - 1$ нейронами на входном слое и $N_3 = 1$ нейроном на выходном. В таком случае входные данные представляются в виде $m-1$ -мерных z -векторов.

Компоненты z -векторов $h_{k+1}, h_{k+2}, \dots, h_{k+m-1}$ подаются на N_1 входных нейронов соответственно (k в процессе обучения выбирается произвольно по выборке на каждом шаге обучения).

На выходной нейрон в качестве желаемого результата в процессе обучения подаётся величина h_{k+m} .

Согласно теореме Такенса, для некоторых значений m должна существовать такая функция F , что $h_{k+m} = F(h_k, h_{k+1}, \dots, h_{k+m-1})$.

Таким образом, после завершения процесса обучения нейронная сеть предположительно “умеет” вычислять функцию F .

Теперь, если мы хотим продолжить временной ряд, достаточно подать на вход сети h_{N-m+1}, \dots, h_N компоненты временного ряда и получить на выходе искомую величину – h_{N+1} .

Далее, если ставится задача более долгосрочного прогноза, т. е. нахождения величин h_{N+1}, h_{N+2}, \dots можно поступать следующим образом: каждое полученное на выходе значение h использовать в качестве входного на следующем шаге при тестировании. Например, для получения значения h_{N+2} требуется подать на вход величины $h_{N-m+2}, \dots, h_{N+1}$ и т.д.

При тестировании с целью проверки качества обучения нейросети значения $\hat{h}_{N+1}, \hat{h}_{N+2}, \dots$, полученные в качестве прогноза, сравниваются с заранее известными значениями временного ряда.

Прогнозирование временного ряда системы Лоренца

Проблема состоит в определении цены акции на несколько дней вперед, исходя из имеющихся данных за прошедший временной период.

Не менее важным результатом считается оценка возможности возникновения тренда.

Хаотическое поведение может наблюдаться в весьма простых системах, таких как система трех обыкновенных дифференциальных уравнений.

В исследованиях по динамическому хаосу основной моделью и объектом испытания множества методик служит т. н. «система Лоренца»:

$$\begin{aligned} \dot{X} &= \sigma(X - Y) \\ \dot{Y} &= rX - Y - XZ \\ \dot{Z} &= XY - bZ \end{aligned}$$

Траектории этой системы при всех положительных значениях параметров входят в некоторую сферу в фазовом пространстве X, Y, Z , т. е. у системы существует аттрактор и находится он внутри этой сферы.

На рис. 2 и рис. 3 представлен нормированный временной ряд системы Лоренца.

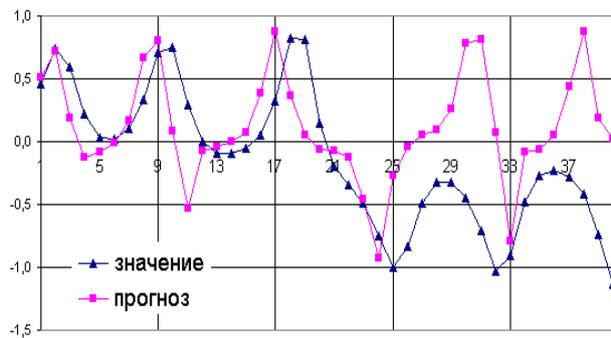


Рис. 2. Прогнозирование значений временного ряда системы Лоренца

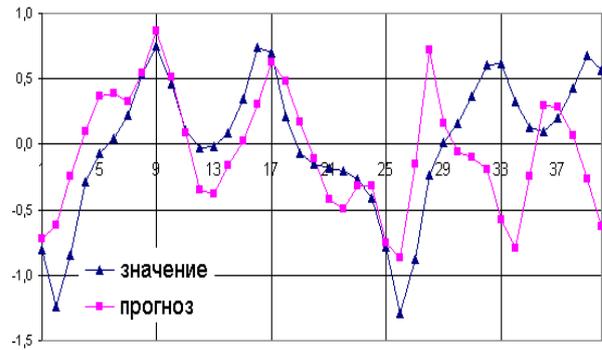


Рис. 3. Прогнозирование значений временного ряда системы Лоренца

Заключение

Самоорганизация людей в ходе торгов на фондовом рынке приводит к образованию нескольких групп участников инвестиционного процесса, определяющих динамику процесса в целом.

В отсутствие вмешательства «извне» эта динамика является легко предсказуемой.

Примерами такого вмешательства могут быть сообщения в СМИ, а также действия крупных инвесторов, которые не были учтены в обучающей выборке.

Литература

1. В.П.Дьяконов «MATLAB 6.5 SPI/7 + Simulink 5/6@. Основы применения.» Серия «Библиотека профессионала». М.: СОЛОН Пресс, 2005. 800 С.: ил.
2. А.Ф.Дашенко, В.Х.Кириллов, Л.В.Коломиец, В.Ф.Оробей «MATLAB в инженерных и научных расчетах», М.: Одесса «Астропринт» 2003.-214 с.
3. Потемкин В.Г. «Система инженерных и научных расчетов MATLAB в 2-х томах.»
4. Амосов А.А., Дубянский Ю.А., Копченко Н.В. «Вычислительные методы для инженеров: Учеб. пособие.» —М.: Высш. шк., 1994. — 544 с: ил.
5. Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. «Численные методы», с. 627.
6. М.А. Тынкевич. «Система MATLAB - справочное пособие»- Кемерово – 2002.

FAN FILTERING ALGORITHMS OF SEISMIC WAVE FIELDS

Zhukova M.S.

Scientific advisors: Dmitry Yu. Stepanov, associate professor,

Ekaterina S. Samsonova, language consultant

Tomsk Polytechnic University

semeikaju@mail.ru

Applied geophysics is developing methods and theory of geophysical surveys and geophysical exploration, mainly with aim of minerals exploration activity. Objectives of geophysics are divided into direct and inverse. Of particular interest are inverse problems of constructing models of media on the data obtained.

The task of exploration seismology consists in studying the seismic ground that is held on the characteristics of the wave field. Recorded seismic geophones derived from artificially excited vibrations are the basis of exploration seismology. Model of the wave field is usually in the form of an additive model in which the results of field measurements are represented as the sum of useful components $S(t, \vec{p})$

and its interference $L(t, \vec{p})$:

$$Y(t, \vec{p}) = S(t, \vec{p}) + L(t, \vec{p}), \text{ where } t - \text{ the time}$$

coordinate, \vec{p} - the vector of spatial coordinates.

Interference waves separation problem – is fundamental in solving problems of processing and interpretation of seismic wave fields. Particular importance is the construction of algorithms, operating reliably at low a priori information and high level of interference. To suppress the interference in seismic prospecting, the multichannel methods are basically used [3]. The greatest development in this area was the method of pie slice, which is a two-dimensional spatio-temporal interference system to ignore all waves in a given range of speeds and suppressing outside this range [1].

In this paper, an analysis of pie slice algorithms with the aim of choosing the ways of creating new, more efficient algorithms, including adaptive. Fan-filter (FF) is based on the principles of the transmission signals of a given fan of apparent speed and the suppression outside it [2]. If filtering is carried out in the zero-order discretization of the spectrum, the frequency response of FF can be written

$$\text{as [5]} \quad H(ft, fx) = \text{rect} \left[\frac{fx + \gamma_{\Phi} |ft|}{\Delta \gamma_{\Phi} |ft|} \right], \text{ where}$$

$$\text{rect} \left[\frac{x}{a} \right] = \begin{cases} 1, & |x| \leq a/2, \\ 0, & |x| > a/2. \end{cases} \text{ rectangular function; } \gamma_{\Phi} -$$

coefficient determining the tangent of the FF angle of slope; $\Delta \gamma_{\Phi}$ - filter solution that determines the width of the band to skip speeds.

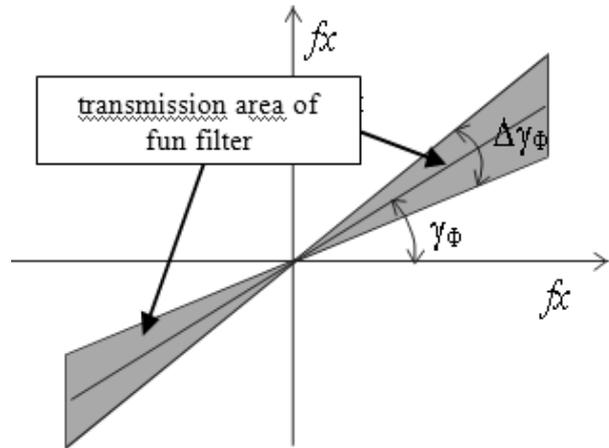


Fig.1. frequency response of the filter

In the case of FF in the time domain, a fan filter is reduced to a two-dimensional convolution of the input array with a weight function. The implementation of FF in the direction of $\gamma_{\Phi} = 0$ and a solution of $\Delta \gamma_{\Phi} = \Delta t / \Delta x$ allows you to filter more rapidly, such filter is known as an FIR filter - a digital filter with finite impulse response. In implementing the filter in time domain with variable parameters, there appear number of problems. For small bases of observations significant distortions in the spectrum of a signal observed at the output of NA may be introduced.

Moreover, the impulse response is difficult to implement for different values of filter parameters ($\Delta \gamma_{\Phi}, \gamma_{\Phi}$), this leads to the necessity of selecting a function that approximates the desired impulse response. With a great solution $\Delta \gamma_{\Phi}$ and a small base of observations, it seems difficult to find a good approximation that leads to significant distortions in the filter frequency.

Filtering in the spectral range is accomplished with the use of direct two-dimensional Fourier transformation, multiplication by the frequency characteristic and the inverse two-dimensional transformation. When multiplying the transformed input signal and the frequency response frequencies which do not fall into the region of the transmission filter are zeroed. In case of multiple filtering, the direct Fourier transformation is sufficient to perform one time - it does not depend on the frequency characteristics of the applied filter.

Rectangular grid generates a significant drawback: the frequency response of digital filter differs from the ideal stronger, the smaller the size of the treated field and the narrower the FF solution. This suggests insensitivity of the frequency characteristics of digital filters to change the parameters of FF. the modified

algorithm described in [5] do not have the aforementioned drawbacks. Figure 3 shows the dependence of demonstrating the continuity of change in the response by varying the parameters of FF.

The idea of a modified algorithm is in the choice of non-standard grid sampling, depending on the given direction of the filter, and to more accurately determine your sites region pass filter [5]. For FF position of each (n, k)-th node of the new grid is defined as:

$$\begin{cases} f_{k,p}^t = k\Delta ft, \\ f_{k,p}^x = p\Delta fx - \gamma_{\Phi} f_{k,p}^t \end{cases} \quad (1)$$

where Δft and Δfx - sampling steps at frequency ft and wave number fx , respectively. FF implemented on a grid sampling (1) - a modified FF in a coherent grid sampling.

When using the standard grid sampling area transmission FF acquires stepped character, changing the filter solution, there exist two values of $\Delta\gamma_{F1}$ and $\Delta\gamma_{F2}$, at which transmittance region will remain unchanged.

To reduce the deficiency it is proposed to use non-standard grid sampling, which is based on the choice of the grid sampling according to the direction of the filter, and its solution [5]. For the FF position of (n, k)-th node is defined as a non-standard grid

$$\begin{cases} f_{k,p}^x = p\Delta fx \left(1 \mp \frac{\gamma_{\Phi}}{\Delta\gamma_{\Phi}}\right) - \gamma_{\Phi} k\Delta ft, \\ f_{k,p}^t = k\Delta ft \pm \frac{p\Delta fx}{\Delta\gamma_{\Phi}} \end{cases}$$

This is called a modified FF, i.e. FF with non-standard grid sampling (NMF filter).

This algorithm for multiple filter does not allow to reduce the calculations, as in the SMF filter, it is quite ample in the sense of elapsed time, but leads to a continuous change in response parameters at continuous FF varying (the direction of γ_{FF} and the solution $\Delta\gamma_{FF}$) and it provides minimal distortion in response. [5]

Comparison of digital algorithms FF show that the modified methods are not inferior in terms of response standard methods, and in fields of low dimension, even surpass them (Fig. 2).

When filtering the wave fields of large-scale or large solution it is better to use standard algorithms, and for filtering the fields of low dimension - NMF filter or SMF filter.

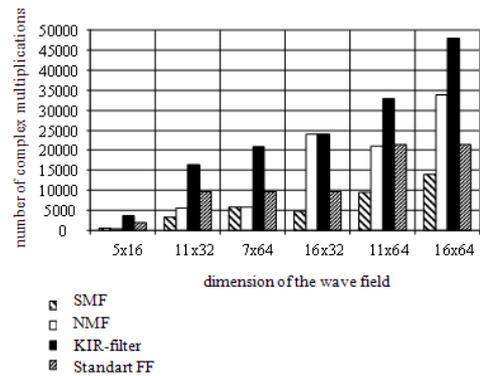


Fig.2. Diagram of complex multiplication quantity connection with dimension of source wave field

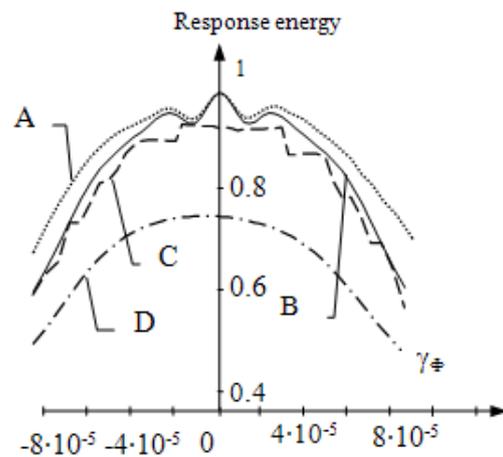


Fig.3. The energy of the wave field at the output filters, normalized to the energy input at change of filter direction. Note: A - D - filters response energy: A - NMF filter, B - SMF filter, C - the standard FF filter in the spectral region, D - 24-channel FIR filter

References

1. Kondratiev IK K Theory fan / filter / Applied Geophysics, no. 64. -M.:, 1971. -M.: Nedra, 1971. - P. 24-39.
 2. Embree P., Burg J.P., Bachus V. Wide band velocity filtering - the Pie-slice processe, Geophysics, №5, 1963.
 3. Fail T.P., Grau G. Les filters en eventail, Geophysical Prospecting, №2, 1963.
 4. Threitel S., Shanks J., Frasier C. Some aspects of Fan Filtering, Geophysics, №5, 1967.
- Yapparova E.A., Stepanov D.Yu. Digital algorithms of wave field fan filtration // The eight International Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduates and Young Scientist "Modern Techniques and Technologies" (MTT'2002), Tomsk Polytechnic University, P. 178-180.

КЛАССИФИКАЦИЯ АКТИВНОСТИ ПРИЛОЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ВЕРОЯТНОСТНЫХ СУФФИКСНЫХ ДЕРЕВЬЕВ

Абрамов Г.Э.

Технологический институт федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге.

kafedrabit@gmail.com

Построение вероятностного суффиксного дерева

Вероятностное суффиксное дерево (probabilistic suffix tree, PST), описанное в [1], это n-арное дерево, в котором узлы организованы так, что корневой узел представляет безусловную вероятность каждого символа в алфавите, в то время как, узлы на следующих уровнях представляют вероятности возникновения следующего символа при условии, что уже наблюдалась комбинация одного или большего числа символов (т.е. при наличии истории). Вероятности – это относительные оценки, вычисляющие частоту возникновения символа в обучающем примере или примерах. PST также имеют свойство порядка, соответствующее глубине дерева, так что PST порядка k содержит k+1 уровень. Для иллюстрации, рисунок 1 показывает PST третьего порядка, порожденное из образца «2 1 1 3 1 3 1 3 3 4», где символы «2» и «4» однозначно используются как начало и конец строки.

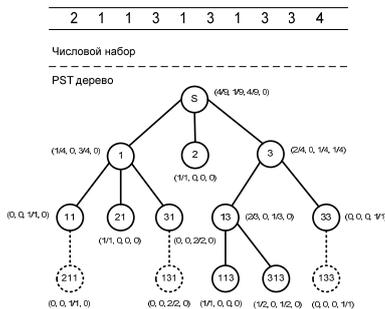


Рис. 1. Пример построения PST

Начиная с корневого узла, который представляет пустую строку, каждый узел является суффиксом всех своих потомков, поэтому модель получила название суффиксного дерева. Корень, представляющий пустую строку, является непосредственным суффиксом всех единичных символов. Числа в круглых скобках расположенные рядом с узлами являются условными вероятностями следующих символов, за исключением того, что распределение вероятностей следующих символов для корневого узла имеет вероятность равную нулю для конечного символа «4», поскольку этот символ сам не имеет следующих символов в обучающем примере. Необходимо также отметить, что переходы к следующему символу осуществляются от одной ветки к другой, а не от родительского узла к потомку, вследствие формата суффикса узла.

Ниже представлен рекурсивный алгоритм для построения дерева. Пример для построения

сканируется для определения вероятности каждого символа. Каждый символ с ненулевой вероятностью становится потомком корневого символа, и для каждого такого узла пример пересканируется для определения распределения вероятностей следующих символов. Это может создать новые листья и добавить новый уровень к PST. Построение рекурсивно добавляет дополнительные уровни путем проверки каждого текущего листа для определения, могут ли быть созданы новые листья среди потомков данного узла. Информация о символах, предшествующих данному символу сохраняется, поскольку эти символы могут встречаться в суффиксной информации потомков данного узла. Узел добавляется только если подстрока символов, которая соответствует метке узла есть в обучающем примере и для него существует ненулевое распределение вероятности следующего символа. Многие ветви отмирают прежде, чем распространяются до максимума глубины. Глубина (т.е. порядок) дерева может быть установлена в максимальное допустимое значение, или по умолчанию, это длина входной последовательности. Для каждого узла дерева память должна выделяться динамически. Далее рекурсивный восходящий процесс усечения должен удалить ветви, которые предоставляют ту же информацию, что и родительские узлы. Удаление этих узлов «аналогичных родительским» снижает избыточность в структуре дерева и таким образом, создает экономичную модель. Пунктирные линии и фигуры на рисунке 1 показывают отсеченные узлы и соответствующие ветви. Отсечение базируется на вероятностной информации. Главная роль PST в нашем случае – это стохастическое представление обучающих данных в древовидной структуре. Несколько PST, потенциально представляющих разные или подобные обучающие примеры могут быть слиты в одно дерево, которое может быть получено другим путем при использовании всех индивидуальных обучающих последовательностей. Эта операция позволяет проводить прямые манипуляции с самими PST без потери дополнительных вычислительных мощностей для разборки большого дерева PST. В отношении реконструкции, как упомянуто выше, определенные узлы убираются из PST, если они предоставляют ту же стохастическую информацию, как и их предки. Существует алгоритм для реконструкции вероятностной информации следующих символов для удаленных узлов и, таким образом, реконструкции или

заполнения узлов в PST. Эта техника может использоваться для выполнения аналитических операций с PST, таких как сравнение двух деревьев. Есть несколько вариантов алгоритмов нахождения расстояния между двумя PST для нахождения степени похожести или непохожести между PST. Основываясь на изложенной выше информации, приведём далее алгоритм построения PST.

1. Исходный образец сканируется для определения вероятности каждого символа.
2. Каждый символ с ненулевой вероятностью становится дочерним узлом корневого узла, и для каждого такого узла исходный образец сканируется заново для определения вероятности следующего символа.
3. Рекурсивно добавляются новые уровни, путём анализа каждого конкретного узла. Определяется, необходимо ли создавать новые узлы-потомки.
4. Информация о предшествующих символах запоминается, т.к. они могут появиться как дети потомков самих себя.
5. Узел добавляется только тогда, если подстрока символов, относящихся к узлу, находится в исследуемом исходном образце и если для него существует ненулевая вероятность.
6. Глубина (порядок) может быть изменена на максимально возможную, или, по умолчанию, равна длине входного исходного образца.
7. После этого проходом снизу вверх удаляются узлы, содержащие такую же статистическую информацию (вероятности), как и их родители. Этим устраняется избыточность структуры дерева.

Обнаружение аномалий

Для использования суффиксных деревьев в задачах обнаружения аномалий необходимо иметь механизм сравнения различных PST. В этом случае процедура сравнения просматривает образец с использованием PST, для того чтобы вычислить кумулятивную вероятность возникновения символов в образце. Для сравнения образцов с использованием PST начинаем с первого символа и смотрим на корневой узел, чтобы определить вероятность возникновения данного символа. Затем продолжаем просматривать последовательность, добавляя следующий символ к предшествующему, получая таким образом новую метку. Далее необходимо найти узел, основанный на вновь созданной метке, исключая последний символ. Например, если мы пытаемся найти "1 3 2", мы пытаемся найти узел "1 3", поскольку он содержит вероятность "2", возникающей после этого. Если узел не существует, мы удаляем один символ с внешней стороны узловой метки до тех пор, пока мы не столкнемся с узлом, который существует в дереве. Этот процесс назван "backtracking", поскольку происходит перемещение по дереву к корню, пока мы не будет найден правильный узел для того, чтобы продолжать процесс сравнения. Отметим, что в наихудшем случае необходимо возвращаться

в корень, поскольку он должен содержать вероятность следующего символа для того, чтобы приступить к алгоритму сравнения. Суммарная вероятность сравнения получается путем умножения вероятности в каждой точке сравнения на текущую суммарную вероятность. Например, если мы хотим сравнить пример "1 3 2" с PST для последовательности «1 2 3 1 2 3 2 1 3», показанным на рисунке 2 должны быть выполнены следующие шаги.

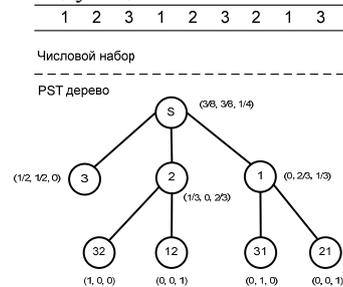


Рис. 2. Пример для иллюстрации сравнения PST

Шаг 1: Корневой узел дает вероятность 3/8 при обнаружении "1".

Шаг 2: узел "1" дает условную вероятность 1/3 при обнаружении "3", так что наша совокупная вероятность теперь 3/24.

Шаг 3: узел "1 3" не существует, поэтому мы удаляем символ с внешней стороны, которая дает "3". Узел "3" дает вероятность 1/2 при обнаружении "2". Совокупная вероятность сопоставления для образца - 3/48.

Чем выше вероятность сравнения, тем более вероятно, что данный образец был использован при построении суффиксного дерева. Например, при сравнении "1 2" с PST на рисунке 3.2, вероятность сравнения - 2/8. Это может быть проверено, поскольку из возможных восьми случаев "1 2" возникает в обучающих данных дважды. При сравнении "1 2" - более вероятно использовано для того, чтобы построить суффиксное дерево, чем "1 3 2" с совокупной вероятностью 3/48. Сравнение суффиксных деревьев может быть основано на расстоянии (т.е. значении отличия) между ними. Расстояние между деревьями определено как евклидово расстояние между узлами каждого дерева. Расстояние между двумя узлами определяется следующим образом:

$$(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + \dots + (k_1 - k_2)^2 \quad (1)$$

Расстояние равно 0 тогда и только тогда, когда два узла идентичны.

Литература

1. D. Ron, Y. Singer, and N. Tishby. The power of amnesia: Learning probabilistic automata with variable memory length. Machine Learning, 25:117–142, 1996.
2. M. Schonlau, W. DuMouchel, W. Ju, A. Karr, M. Theus, and Y. Vardi. Computer intrusion: Detecting masquerades. Statistical Science, 16:1–17, 2001.

О КОМПЛЕКСНОМ ПОДХОДЕ К АНАЛИЗУ ФИНАНСОВЫХ РЯДОВ ДАННЫХ

Жердева Ю.Ю., Кораблина Т.В.

Сибирский государственный индустриальный университет

ktv@siu.sibsiu.ru

Традиционные подходы к управлению портфелями ценных бумаг не всегда приводят к адекватной оценке рисков и эффективной портфельной политике. По данным национальной лиги управляющих с момента начала финансового кризиса 90% паевых инвестиционных фондов потерпели убытки. Средние убытки на начало 2009 года составили 45% текущих активов фондов. На настоящий момент времени зафиксирован рост котировок во всех отраслях экономики, при этом, количество ПИФов сократилось почти на 10 % по сравнению с февралем 2009 года, а средние убытки составили 20 – 23% текущих активов фондов с начала финансового кризиса. Поэтому, несмотря на достигнутые успехи и большое разнообразие в подходах к анализу биржевых данных, существует потребность в расширении используемых моделей, методов и инструментов, особенно по пути комплексного многовариантного подхода с использованием алгоритмов нелинейной динамики и в адаптации имеющихся методов к управлению портфелями ценных бумаг [1,2]. В связи с этим были поставлены следующие задачи обработки данных: 1) по возможности более полное извлечение полезной информации из биржевых рядов данных; 2) обязательная проверка воспроизводимости получаемых оценок; 3) динамическое оценивание их скользящих характеристик; 4) использование получаемых оценок в автоматизированных системах управления в режиме реального времени, в системах поддержки принятия решений и др.

Решение поставленных задач осуществляется в русле разработок научно-прикладного направления «Вариантика» – теории и практики многовариантных структур, средств, систем, и, в общем, многовариантных формирований. Используются теоретические и практические разработки вариантики, нелинейной динамики, обобщенного дисперсионного анализа, адаптивной идентификации, а также, методическое, алгоритмическое и программное обеспечение аппарата многовариантных функций детерминации числовых последовательностей (МвФД-аппарат) [3, 4, 5]. Статистика дает подходы к решению основных задач анализа рядов данных, а нелинейная динамика вносит существенный вклад, как в используемый аппарат, так и в концептуальное обоснование.

В ходе исследований было принято решение перейти к рассмотрению выделенных структурно однородных составляющих сигнала. Для их выделения использовался алгоритм скользящего релейно-экспоненциального сглаживания 1-го порядка с настроенным параметром α , значения

которого выбирались эмпирически. Исследование свойств структурно однородных компонент рядов данных позволяет предположить наличие фрактально-хаотического механизма их порождения [3,5], что делает необоснованной применение чисто линейных моделей, особенно в условиях неопределенности, свойственным кризисным периодам. Поэтому на первом этапе было рассчитано значение фрактальной размерности остатков с использованием процедуры Паккарда – Таккенса. Расчеты показали, что в качестве нижней оценки фрактальной размерности можно взять значение b .

Помимо определения фрактальной размерности для рядов данных в исходном виде и для различных структурно однородных их составляющих были построены многовариантные функции детерминации (МвФД), рассчитаны значения скользящих оценок корреляционного отношения η , коэффициента корреляции, показателя степени нелинейности автосвязей S_n с вариантностью по числу групп q , размеру окна скользящего L , числу аргументов a , значению настроенного параметра усредняющих преобразований α . Для компоненты, полностью очищенной от низкочастотных составляющих, коэффициент автокорреляции находится в пределах порога различимости. Напротив, значение автокорреляционного отношения на отдельных участках близко к своему теоретическому значению, равному единице. Соответствующие значения скользящих оценок показателя степени нелинейности, также изменяются от минимального до значения близкого к 1. Было установлено, что моменты времени, в которых скользящие оценки показателя степени нелинейности достигают наибольших значений, соответствуют моментам смены направления движения рынка.

На рисунке 1 можно наблюдать появление сильных нелинейных связей – даты их появления отмечены точками:

- точка 1 (август 2005 года) соответствует сроку начала эпидемии «птичьего» гриппа (зарегистрировано 112 случаев).
- точка 2 (июнь 2006 года) зарегистрированы первые случаи заболевания атипичной пневмонией.
- точка 3 (середина 2007 года) уменьшается мировой спрос на сталь, мировые индексы начинают свое снижение.
- точка 4 (конец марта 2008) начало резкого падения котировок большинства акций.
- точка 5 (начало марта 2009 года) сообщение о первых случаях заболевания гриппом А/Н1N1.

- точка 6 (середина сентября 2009) года сообщения о массовых увольнениях на Автовазе, начало роста мировых индексов.

- точка 7 (середина сентября 2009 года) сообщения о вливаниях средств зарубежных инвесторов в Автоваз, сообщения о завершении кризиса, положительные прогнозы.

Следовательно, резкое повышение значений скользящих оценок показателя степени нелинейности автосвязей может служить, наряду с традиционными индикаторами структурного анализа, дополнительным сигналом к смене поведения трейдеров на рынке и состава ценных бумаг в инвестиционном портфеле.

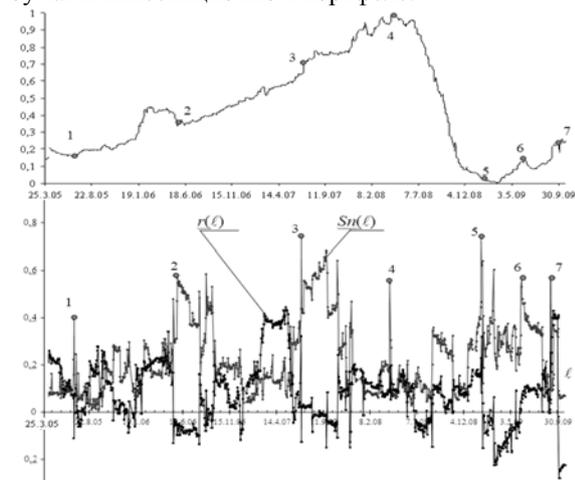


Рис. 1. Нормированный ряд данных о значениях индекса РТС-промышленность $PTC(t)$, скользящей оценки показателя степени нелинейности $Sn(t)$ и коэффициента корреляции $r(t)$

Задача выделения моментов времени, в которых меняются свойства сигнала, – особых точек, решается с использованием методов структурного анализа временных последовательностей данных [4]. Они наилучшим образом позволяют определять координаты особых точек в условиях эффективного рынка, но при боковом тренде с малыми флуктуациями и, наоборот, при резких скачках значений исследуемой переменной, особые точки вообще не распознаются или имеет место существенное запаздывание их выделения (рисунок 2). Таким образом, можно констатировать, что использование алгоритмов нелинейной динамики позволит успешно оценивать разнотемповые, разномасштабные изменения степени нелинейности, асимметрии, нестационарности и предсказуемости самых разных рядов данных, характеризующих экономические системы. Это даст возможность в сочетании с классическими алгоритмами статистического и структурного анализа повысить надежность прогноза, выявить и

учесть гораздо больше потенциальных и реальных рисков, связанных с фондовым рынком [3 – 6].

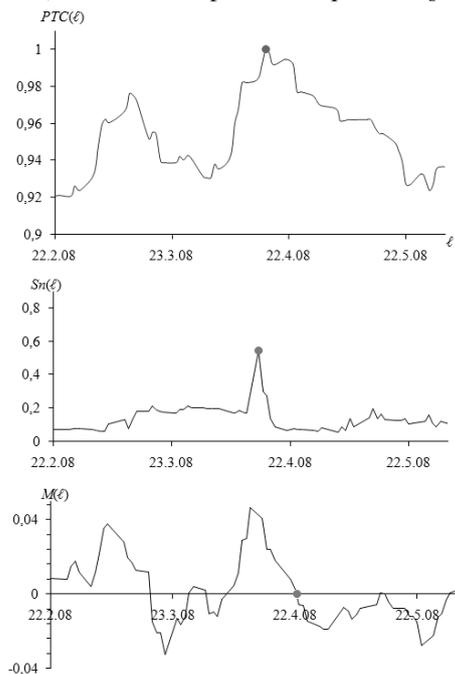


Рис. 2. Нормированный ряд данных о значениях индекса РТС-промышленность $PTC(t)$, скользящей оценки показателя степени нелинейности $Sn(t)$ и осциллятор момент $M(t)$ с настройкой $\lambda=5$.

Литература

1. Буренин А.Н. Рынок ценных бумаг и производных финансовых инструментов/ А.Н. Буренин. – М.: Науч.-технич. общество им. академика С. И. Вавилова, 2002. – 352с.
2. Бригхем Ю. Финансовый менеджмент/ Ю. Бригхем, Л. Тапенски. – СПб.: Питер, 2007. – 960с.
3. Киселева Т.В., Кораблина Т.В., Руденкова Е.Г. Комплексный анализ рядов данных: Перспективные промышленные технологии и материалы. науч. тр. Сиб. гос. индустриал. ун-та; Отв. ред. В.Е. Громов, С.М. Кулаков. – Новосибирск: Наука, 2004. – С. 490 – 505.
4. Киселева Т.В. , Пучкова Т.В. Комплексный структурный анализ рядов данных как система поддержки принятия решений// Системы управления и информационные технологии (Юбилейный номер), 2008, №5 (35)
5. Кораблина Т.В., Огнев С.П. // Современные проблемы информатизации в моделировании и социальных технологиях: Сб. трудов. Вып. 14/ Под ред. д.т.н., проф. О.Я. Кравца. – Воронеж: «Научная книга», 2009. – С.230 - 232
6. Ширяев В.В. Финансовые рынки: Нейронные сети, хаос и нелинейная динамика: Учебное пособие. Изд. 2-е, испр., и доп. – М.: Книжный дом «Либроком», 2009. – 232 с.

АДАПТИВНАЯ ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ НА ОСНОВЕ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ

Фищев М.А., Луппов А.В.
 ЗАО НПП “Знак”
 ffes@yandex.ru

Введение

При решении задач обнаружения, идентификации и демодуляции сигнала важным параметром входного сигнала является наименьшее соотношение сигнал/шум (сигнал/помеха), при котором процедура работает с заданной вероятностью ошибок. Для повышения эффективности работы алгоритмов обнаружения и идентификации используется фильтрация сигнала для подавления шума или помехи. При наличии информации о форме исходного сигнала адаптация фильтра сводится к поиску параметров фильтра, максимизирующих соотношение сигнал/шум. Отсутствие априорных данных о параметрах полезного сигнала и помех, а также их нестационарность делают решение задачи шумо- и помехоподавления весьма затруднительным. В данной статье предлагается методика адаптивной фильтрации сигнала на основе разреженной антенной решетки при отсутствии информации о параметрах сигнала и помех.

Рассмотрим для примера структуру адаптивной антенной решетки (ААР), приведенную в [1]. ААР представляет собой N разнесенных в пространстве антенных элементов (АЭ), сигнал с которых принимается N-канальным когерентным приемным устройством. Управляющий алгоритм на основе вектора входных сигналов рассчитывает вектор управляющих сигналов для фазовращателей и аттенуаторов (при обработке оцифрованных сигналов это комплексные весовые коэффициенты). Структура ААР представлена на рисунке 1.

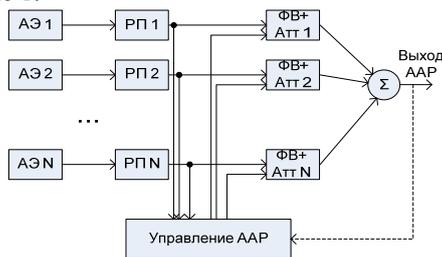


Рис. 1. – структура адаптивной АР

Приведенная структура адаптивного фильтра имеет ряд недостатков:

- 1) наличие боковых лепестков диаграммы направленности (ДН), амплитуда и количество которых может быть значительным, особенно в верхней части частотного диапазона;
- 2) ширина главного лепестка ДН, то есть разрешение по азимуту пространственного фильтра зависит от частоты;
- 3) соотношение амплитуды главного лепестка и областей подавления зависит от АР.

Для преодоления недостатков обработку сигналов АР предлагается выполнять на основе анализа частотно-пространственного спектра (ЧПС):

$$P(\theta, \beta, f) = W(\theta, \beta)^H R(f) W(\theta, \beta) = |W(\theta, \beta)^H A(f)|^2,$$

где $P(\theta, \beta, f)$ - частотно-пространственный спектр;

$A(f)$ - вектор частотного спектра сигналов с элементов АР для блока сигнала длительностью T;

$R(f)$ - частотно-дифференцированная пространственная корреляционная матрица,

$R(f) = A(f)A^H(f)$;

H - оператор эрмитового сопряжения (комплексного сопряжения и транспонирования).

Длительность блока T выбирается исходя из необходимого разрешения по частоте и по времени для эффективной частотно-временной локализации сигналов. Использование ЧПС позволяет усложнить обработку сигналов с АР и достичь много лучшего качества фильтрации.

На основе ЧПС можно построить гистограмму распределения энергии входного сигнала по азимуту/углу места. Для удобства и простоты рассмотрим сглаженную гистограмму только по азимутам (рисунок 2). Исходные данные получены с помощью круговой АР радиусом 45 метров, частота 10.2 МГц, ширина полосы РПУ 11 кГц, длительность 30 сек.

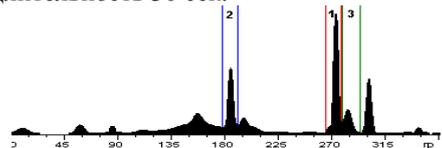


Рис. 2. гистограмма распределения энергии сигнала по азимутам с выделенными окнами

На рисунке 3 приведена та же гистограмма, только развернутая во времени.

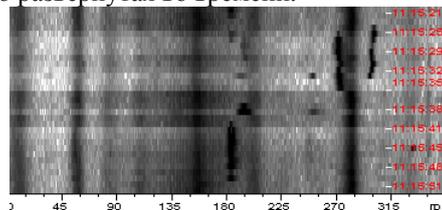


Рис. 3. гистограмма с разверткой во времени

Выделяя на гистограмме окно с локальным максимумом энергии, можно найти азимутальное окно, соответствующее некоторому входному сигналу. Причем ширина окна зависит в большей степени от качества сигнала и в меньшей степени от частоты, то есть ширина окна может быть

меньше ширины ДН для данной АР, что позволяет увеличить угловое разрешение ААР.

Запишем выражение для дискретной АФЧХ фильтра для j-ого канала АР:

$$F_{i,j} = \begin{cases} w_{i,j}, P(\theta_i, \beta_i, f_i) > 0 \text{ при } \theta_i \in [\theta_1, \theta_2] \\ 0, P(\theta_i, \beta_i, f_i) = 0 \text{ при } \theta_i \notin [\theta_1, \theta_2] \end{cases},$$

$$w_{i,j} = e^{-j \frac{2\pi}{\lambda} (\cos \beta_i \cdot (y_j \cos \theta_i + x_j \sin \theta_i) + z_j \sin \beta_i)}$$

где $W = \{w_{ij}\}$ – вектор фазирующих коэффициентов, соответствующий идеальной плоской волне, пришедшей на АР с направления (θ_i, β_i) ,

$[\theta_1, \theta_2]$ – азимутальное окно, найденное по гистограмме,

f_i – частота i-ой гармоники спектра

y_j, x_j, z_j – координаты j-ого элемента АР в 3-мерной декартовой системе координат, λ – длина волны.

АФЧХ фильтра зависит от ЧПС, то есть она заново рассчитывается для каждого блока сигнала, поэтому фильтрацию эффективнее производить в частотной области блоками небольшой длительности. Умножение на АФЧХ фильтра в частотной области эквивалентно круговой свертке во временной, тогда как фильтрация во временной области – это линейная свертка входной последовательности с импульсной характеристикой фильтра. Для корректной фильтрации блоков сигнала в частотной области можно воспользоваться методом overlap-add или overlap-save [2].

Таким образом, алгоритм фильтрации представляет собой последовательность операций:

1. Получение блока сигнала со всех каналов длиной N отсчетов с перекрытием между соседними блоками в N/2 отсчетов;
2. Взвешивание блока отсчетов окном;
3. Расчет ЧПС;
4. Расчет (накопление) гистограммы направленности и сглаживание ее симметричным окном для удобства анализа;
5. Выделение окна на гистограмме, если его положение априорно известно или перебор всех окон по гистограмме;
6. Расчет АФЧХ фильтра в соответствии с полученным азимутальным окном;
7. Получение БПФ для каждого из каналов, умножение на АФЧХ фильтра, ОБПФ;
8. Суммирование с выходным массивом сигнала для каждого канала, соответствующим текущему азимутальному окну. Переход к п. 1.

На рисунке 4 ниже приведены спектрограммы исходного и отфильтрованного в 3 азимутальных окнах сигналов в соответствии с рисунком 2.

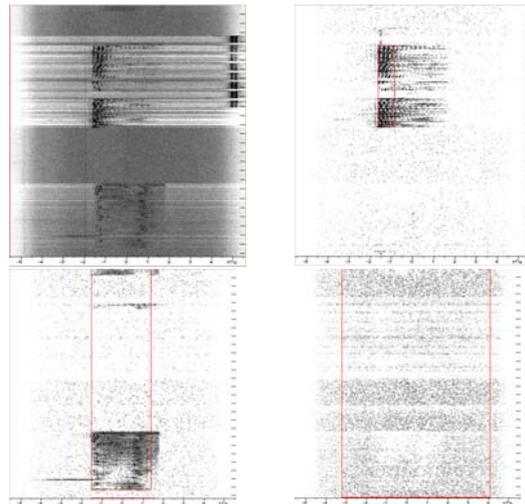


Рисунок 4 – спектры исходного и отфильтрованного сигнала

Из приведенных выше рисунков видно, что фильтрация позволяет выполнить и частотно-временную локализацию сигналов. Соотношение сигнал/помеха до фильтрации можно оценить как отношение площади гистограммы внутри окна к площади вне окна; после фильтрации – отношение площади гистограммы внутри окна к среднему уровню энергии гистограммы в точках границ окна. Для сравнения при фильтрации методом Бартлетта (которому соответствует структура ААР на рисунке 1) ожидаемое на выходе отношение сигнал/помеха равно отношению площади главного лепестка к площади боковых лепестков.

Выводы

Предлагаемый способ фильтрации имеет следующие преимущества:

1. позволяет получить на выходе большее соотношение сигнал/помеха, чем классический метод Бартлетта;
2. обладает лучшим угловым разрешением;
3. позволяет локализовать сигнал в частотно-временной области;
4. позволяет получить оценку направления на источник сигнала.

Литература

1. Плетнева И.Д. Алгоритмы адаптивной фильтрации для антенных решеток систем цифровой связи: автореф. дис. канд. тех. наук; спец. 05.12.13/ МИЭТ, каф. ТС; И.Д. Плетнева; науч. рук. Джиган В.И. - Москва, 2009. – 27с.
2. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов – СПб.: Питер, 2002, 608с.

КОРРЕКЦИЯ МОДЕЛИ ИОНОСФЕРЫ ПО ДАННЫМ ИЗМЕРЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ СИГНАЛОВ КВ-РАДИОВОЛН РЕПЕРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Фищев Г.Ю., Фищев М.А., Шабалин Л.А.
НПП «Знак» г.Киров
vip@znak.kirov.ru

Введение

Актуальной задачей КВ радиосвязи является адаптация модели ионосферы к реальным условиям с целью дальнейшего определения местоположения источника радиоизлучения однопозиционным методом. Данную задачу решают комплексы, определяющие направление на источник КВ-радиосигнала в азимутальной и вертикальной плоскостях. Для решения этой задачи применяются специальные модели распространения КВ-радиоволн в околосферном пространстве. В этих моделях производится восстановление траектории распространения радиоволны с учетом влияния ионосферы (1). Наиболее существенными параметрами ионосферы для данных моделей являются характеристики слоев E и F (высота и значение максимума электронной концентрации, полутолщина слоя). В качестве модели ионосферы используются статические полуэмпирические модели ионосферы (IRI 2007, NeQuick).

Методы коррекции ионосферы

Для адаптации к реальным условиям необходимо определять и применять поправки к параметрам базовой модели ионосферы. Для обработки массива ионосферных поправок применяются специальные методы статистики для анализа пространственной информации. Поправки формируются различными специализированными методами на основании измерений от различных источников сигнала:

1. Навигационных спутников Земли;
2. Ионосферного зонда;
3. реперных источников КВ-радиоволн.

Метод коррекции по навигационным спутникам Земли основан на вычислении ПЭС (полного электронного содержания ионосферы) по данным двухчастотных фазовых и кодовых измерений до источника сигнала (3). Позволяет в радиусе 1500 км от приемника в непрерывном режиме вычислять поправки. Количество и пространственное распределение поправок зависит от текущего набора видимых спутников. Поправки характеризуются высокой степенью неоднозначности. Метод коррекции по данным измерений сигналов ионозонда основан на построении ВЧХ (высотно-частотной характеристики) вычисленной по задержке распространения отраженного ионосферой сигнала (2). Позволяет с максимальной степенью достоверности, в сравнении с другими методами, определить параметры ионосферы. Вследствие пространственной неоднородности ионосферы, вычисленные поправки адекватны лишь в

пределах 500 км. Применение поправок далее этой зоны приводит к неоднозначным результатам.

Метод, основанный на измерении реперных источников КВ-радиоизлучения (РИРИ, источников с известными географическими координатами и частотным планом), позволяет вычислить поправки в зоне до 3000 км. Эффективность и достоверность метода зависит от количества РИРИ, их пространственного распределения и частотного плана, а также от характеристик комплекса измерителя (4).

Постановка и пути решения задачи

Пусть известны координаты приемника, угол места и азимут радиоволны от РИРИ, а также координаты РИРИ. Также существует алгоритм восстановления траектории радиоволны с использованием базовой модели ионосферы и модели с учетом пространственных поправок. Необходимо произвести коррекцию параметров ионосферы по реальным измерениям. Данная цель достигается путем внесения и варьирования ионосферными поправками на трассе распространения для обеспечения заданной точности прихода радиоволны от источника к приемнику. Коррекция проводится как для односкачковых, так и для двухскачковых трасс. Одними из наиболее эффективных методов для поиска значений поправки относительно опорного решения является метод градиентного спуска.

Градиентный метод

Рассмотрим задачу безусловной минимизации дифференцируемой функции многих переменных $f(x)$. Пусть $x^{(n)}$ – приближение к точке минимума x , а $\text{grad}(x^{(n)})$ - значение градиента в точке $x^{(n)}$. В малой окрестности точки $x^{(n)}$ направление наискорейшего убывания функции f задается антиградиентом.

В градиентном методе за направление спуска из точки $x^{(n)}$ выбирается значение антиградиента: $x^{(n+1)} = x^{(n)} - a_n * \text{grad}(x^{(n)})$. Существуют различные способы выбора шага a_n , которые задают тип градиентного метода.

Целью оптимизации является решение, не превышающее пороговое значение ошибки измерения длины трассы. Для возможности применения градиентных методов провести анализ: целевая функция должна быть непрерывно дифференцируема в области допустимых решений.

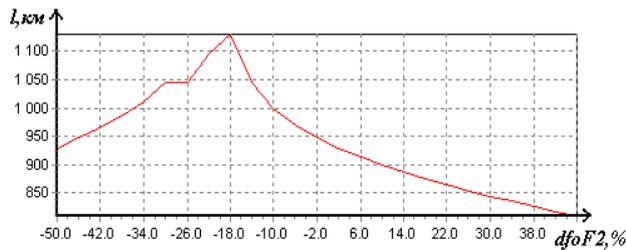


Рис. 1 - Зависимость длины скачка волны от изменения dfoF2.

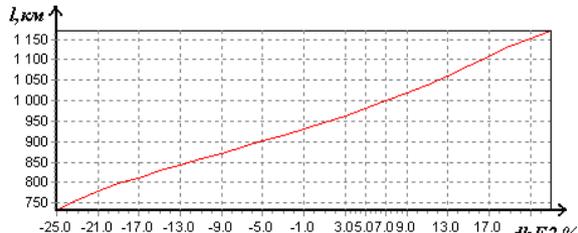


Рис. 2 - Зависимость длины скачка волны от изменения dhF2.

Из данных графиков следует, что использование градиентного метода допустимо, но с учетом ограничений и допущений. Необходимо производить проверку корректности значения отклонения исходя из физической природы ионосферы (допустимого диапазона значений частот и высот).

Применение градиентного метода для адаптации параметров модели ионосферы по результатам измерений КВ-сигналов

Пусть известны угол места и азимут принятого сигнала. На первом этапе моделируется траектория распространения радиоволны. Определяется осуществимость коррекции, точки (середина каждого скачка) и параметры коррекции ионосферы (hE, NeE, hF2, NeF2). Далее согласно алгоритму градиентного метода проводится поиск оптимума минимизацией ошибки измерения длины трассы:

$$Error_i = l_{\text{доРПРИ}} - l_{\text{расчетное}}$$

$$Error_i \left(\bigcup_{j=0, n} Adj_j(\varphi, \lambda, dhE, dNeE, dhF2, dNeF2) \right) \rightarrow \min$$

$$dX_i = \Delta X_i \cdot \frac{\text{grad}(Error_{i, X_i})}{\sum_j \text{grad}(Error_{i, X_j})}$$

где n – количество скачков,
 Adj_j - поправка на j-том скачке,
 dX_i-изменение поправки X_i-параметра ионосферы на текущем шаге оптимизации.

После обработки совокупности измерений и формирования списка поправок необходимо

произвести отбор корректных поправок. Для этого необходимо рассчитать рейтинг каждой поправки, исходя из ее влияние на точность местоопределения других измерений и произвести фильтрацию наиболее эффективных, в плане повышения точности, поправок. После вычисления поправок проведем статистический анализ результатов коррекции ионосферы. Для этого необходимо сравнить результаты точности однопозиционного местоопределения без коррекции и с коррекцией базовой модели ионосферы. Измерения производились в сложной геомагнитной обстановке, что накладывает дополнительные трудности для задач местоопределения и коррекции.

Таблица 1. Сравнительные результаты измерений точности местоопределения.

Гистограмма ФЛО по расстоянию, %

	Базовая	С коррекцией
От 0 до 5%	16%	26%
От 5 до 10%	20%	19%
От 10 до 15%	15%	13%
От 15 до 20%	11%	13%
Более 20%	38%	29%

Результаты

Применение градиентного метода для коррекции параметров модели ионосферы по данным измерений параметров сигналов КВ-радиоволн реперных источников позволяет улучшить точность однопозиционного местоопределения. Для получения лучшего результата необходимо производить фильтрацию сигналов с высоким качеством и увеличивать статистическую выборку для расчета поправок.

Литература

1. Серков В.П., Слюсарев В.П. Теория электромагнитного поля и распространение радиоволн. Ленинград, 1973.
2. Stanislawski I., Tulunay Y., Gulyaeva T.L. Transportable ionosonde in PRIME project. Spain. September 1994 // Proc. of COST238/PRIME Workshop.
3. Марчук В.Н., Смирнов В.М. Определение электронного содержания ионосферы Земли по данным дальномерных и фазовых измерений. Электронный журнал «Исследовано в России».
4. Голыгин В.А., Сажин В.И., Унучков В.Е. Коррекция модели ионосферы по данным о МПЧ реперных радиолоний. Электронный журнал «Исследовано в России».

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ СИГНАЛОВ С ПСЕВДОСЛУЧАЙНОЙ ПЕРЕСТРОЙКОЙ ЧАСТОТЫ

Крашенинников К.Н., Устюжанин К.В.
 ЗАО НПП «Знак», г.Киров
 vip@znak.kirov.ru

Постановка задачи

Частотно-временная матрица сигналов с псевдослучайной перестройкой частоты (ППРЧ) отличается наличием схожих по параметрам посылок ППРЧ, которые разнесены по времени и частотам (рис. 1).

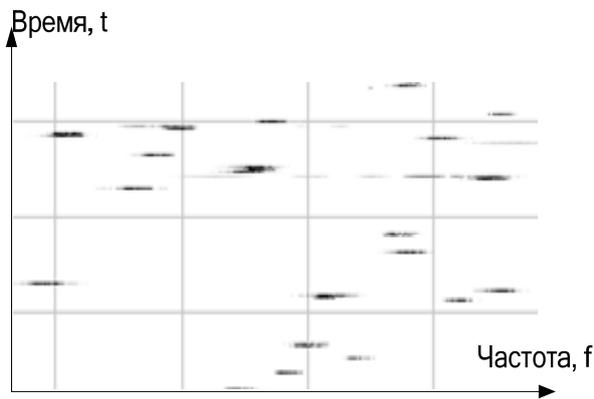


Рис. 1. Частотно-временная матрица сигнала с ППРЧ

В обычных условиях оператор без труда может выделить сигналы с ППРЧ.

В связи с этим, предлагается применять алгоритмы распознавания образов для выделения посылок ППРЧ.

Все задачи распознавания образов можно разделить на следующие группы:

1. Задача распознавания. Отнесение предъявленного объекта по его описанию к одному из заданных классов.
2. Задача автоматической классификации. Разбиение множества объектов по их описаниям на систему непересекающихся кластеров.
3. Задача выбора информативного набора признаков при распознавании.

В данном случае имеет место задача автоматической классификации, т.е. кластерный анализ.

Исходными данными являются спектральные отсчеты spectroграммы сигнала. Каждый отсчет представляет из себя объект, описываемый следующими параметрами:

- время (положение по оси времени)
- частота (положение по оси частот)
- мощность, дБ

Математическая модель

В качестве критерия отнесения объекта к кластеру должно использоваться соотношение: $S(i, j) \leq \delta$ (1), где $S(i, j)$ – мера сходства i -ой точки и j -го кластера;

δ - эмпирически подбираемый порог.

Порог δ введен для того, чтобы не все точки spectroграммы были кластеризованы, т.к. отсчеты спектра с малой мощностью лучше исключить из рассмотрения.

В качестве меры сходства в идеальном случае может выступать следующая функция:

$$S(i, j) = \begin{cases} P_i, & \text{если } x_i - x_j \leq d_x \text{ и } y_i - y_j \leq d_y \\ 0, & \text{если } x_i - x_j > d_x \text{ или } y_i - y_j > d_y \end{cases}$$

где x_i, x_j - координаты i -ой точки и центра j -го кластера по оси частот;

y_i, y_j - координаты i -ой точки и центра j -го кластера по оси времени;

P_i - мощность.

d_x, d_y - размеры 1-ой посылки ППРЧ по оси частот и времени.

Координаты центра кластера высчитываются следующим образом:

$$x_j = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ij}}{n}; y_j = \frac{\sum_{i=1}^n y_{ij}}{n}$$

Приведенная мера сходства применима лишь для случая, когда априорно известны размеры посылок ППРЧ.

В случае отсутствия такой информации меру сходства следует изменить.

Учитывая, что по разным осям мера сходства должна иметь различную скорость спада, ввиду не симметричности посылки ППРЧ, имеем:

$$S(i, j) = \begin{cases} P_i \left(\frac{\omega_1}{(x_i - x_j)^2} + \frac{\omega_2}{(y_i - y_j)^2} \right), & \text{если } x_i \neq x_j \text{ и } y_i \neq y_j \\ \frac{P_i \omega_1}{(x_i - x_j)^2} + P_i, & \text{если } x_i \neq x_j \text{ и } y_i = y_j \\ \frac{P_i \omega_2}{(y_i - y_j)^2} + P_i, & \text{если } x_i = x_j \text{ и } y_i \neq y_j \\ P_i, & \text{если } x_i = x_j \text{ и } y_i = y_j \end{cases}$$

w_1, w_2 - эмпирические пороги, которые определяют характер спада меры сходства по мере удаления от центра кластера по каждой из осей.

Данные пороги необходимо выбирать исходя из приблизительной оценки размеров кластера ППРЧ. Если построить график изменения $S(i, j)$ вдоль одной из осей, он будет иметь следующий вид (рис. 2).

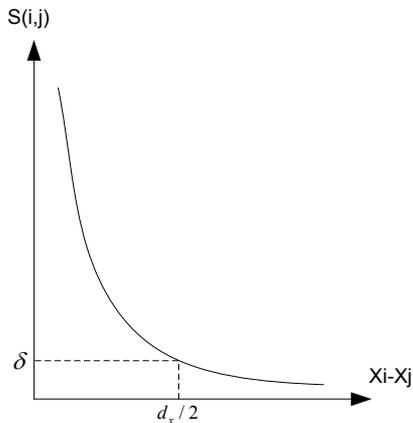


Рис. 2. Закон изменения меры сходств вдоль оси частот

Учитывая (1), оптимальными значениями w_1, w_2 будут:

$$\frac{\omega_1 4}{d_x^2} = \delta \Rightarrow \omega_1 = \frac{d_x^2 \delta}{4}$$

$$\frac{\omega_2 4}{d_y^2} = \delta \Rightarrow \omega_2 = \frac{d_y^2 \delta}{4}$$

После проведения кластеризации по приведенным формулам будет определено большинство посылок ППРЧ.

Данная кластеризация не учитывает возможность наличия сигналов иных видов передач.

Для устранения ложных кластеров необходимо задаться мерой различия, которая определяет степень расстояние между полученными кластерами.

В качестве такой меры можно использовать евклидово расстояние:

$$D_{ij} = (x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2, \quad \text{где } (x_i, y_i), (x_j, y_j) - \text{центры кластеров.}$$

Т.к. сигналы с ППРЧ характеризуются равномерным распределением энергии сигнала по частотам, то в близкие моменты времени посылки ППРЧ чаще всего разнесены по частотам.

Следовательно, в случае выполнения неравенства $D_{ij} \leq \Delta$ рассматриваемые кластеры необходимо расформировать, т.к. они соответствуют сигналам иного рода (не ППРЧ).

Порог Δ можно оценить исходя из параметров сигнала ППРЧ:

$$\Delta = (d_x^2 + d_y^2) * k$$

где k - эмпирический коэффициент, изменяемый в пределах $1 \div 2$.

Если в качестве подготовки использовать алгоритм выявления пиков [4], то параметр P_i будет принимать лишь 2 значения: ноль и единица.

Заключение

Представленный в данной статье способ обнаружения сигналов с ППРЧ позволяет использовать классические методы кластерного анализа, в условиях априорной неопределенности параметров сигнала ППРЧ.

Литература

1. Борисов В.И., Зинчук В.М., Лимарев А.Е. Помехозащищенность систем радиосвязи с расширением спектра сигналов методом псевдослучайной перестройки рабочей частоты. Под ред. В.И. Борисова. Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: РадиоСофт, 2008.-512с.
2. Ким Дж.-О., Мьюллер Ч.У.Факторный, дискриминантный и кластерный анализ. Под ред. Енюкова И.С. - М.:Финансы и статистика, 1989 г. - 215 ил.
3. Вопросы перспективной радиолокации. Коллективная монография. Под ред. Соколова А.В. - М.: Радиотехника 2003 г. - 512 с.
4. Крашенинников К.Н. Устюжанин К.В. Алгоритм ускоренного поиска сигналов с ППРЧ. Томск 2008 г.

ВЛИЯНИЕ РАДИАЦИОННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ НА РЕЖИМЫ КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛОПЕРЕНОСА

Мартюшев С.Г., Шеремет М.А.
Томский государственный университет
Naabym@sibmail.com

Введение

Естественно-конвективные течения, обусловленные влиянием выталкивающей силы, в замкнутых областях с теплопроводными стенками конечной толщины встречаются во многих инженерных приложениях [1, 2]. Для проведения полного исследования тепловых режимов во многих технических устройствах и аппаратах необходимо учитывать естественную конвекцию и излучение, которые оказывают существенное влияние на распределение термогидродинамических характеристик в таких технических приложениях как солнечные коллекторы, двухкамерные стеклопакеты, при охлаждении электронного оборудования.

Целью настоящей работы является исследование влияния теплового излучения в замкнутой прямоугольной области с теплопроводными стенками на режимы теплопереноса.

Математическая модель

Анализируется нестационарный конвективно-радиационный теплоперенос в области, представленной на рисунке 1.

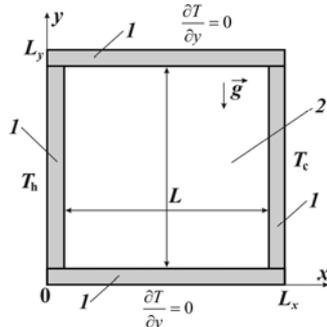


Рис. 1. Область решения: 1 – стенки; 2 – газовая полость

Считается, что в начальный момент времени стенки полости и заполняющая ее несжимаемая жидкость имеют постоянную и одинаковую во всех точках температуру, причем жидкость неподвижна. Газ, занимающий внутреннюю полость, считается вязкой, ньютоновской, несжимаемой, излучающей жидкостью, удовлетворяющей приближению Буссинеска.

В такой постановке процесс переноса тепла описывается системой нестационарных двумерных уравнений конвекции в приближении Буссинеска в газовой полости [2], где слагаемое в уравнении энергии, характеризующее излучение, формулируется на основе приближения Росселанда [3]. Для анализа поля температуры в твердых стенках используется нестационарное двумерное уравнение теплопроводности [4].

Дифференциальные уравнения в частных производных записываются в безразмерных переменных “функция тока – вектор завихренности скорости – температура” и имеют следующий вид:

в газовой полости

$$\frac{\partial \Omega}{\partial \tau} + \frac{\partial \Psi}{\partial Y} \frac{\partial \Omega}{\partial X} - \frac{\partial \Psi}{\partial X} \frac{\partial \Omega}{\partial Y} = \sqrt{\text{Pr}} \left(\frac{\partial^2 \Omega}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 \Omega}{\partial Y^2} \right) + \frac{\partial \Theta}{\partial X}, \quad (1)$$

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial Y^2} = -\Omega, \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Theta}{\partial \tau} + \frac{\partial \Psi}{\partial Y} \frac{\partial \Theta}{\partial X} - \frac{\partial \Psi}{\partial X} \frac{\partial \Theta}{\partial Y} = \frac{1}{\sqrt{\text{Pr} \cdot \text{Ra}}} \left(\frac{\partial^2 \Theta}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 \Theta}{\partial Y^2} \right) + \\ + \frac{16\text{Sk}}{3\tau_\lambda} \frac{1}{\sqrt{\text{Pr} \cdot \text{Ra}}} \left\{ 3 \left(\Theta + \frac{\tilde{T}}{\Delta T} \right)^2 \left[\left(\frac{\partial \Theta}{\partial X} \right)^2 + \left(\frac{\partial \Theta}{\partial Y} \right)^2 \right] + \right. \\ \left. + \left(\Theta + \frac{\tilde{T}}{\Delta T} \right)^3 \left(\frac{\partial^2 \Theta}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 \Theta}{\partial Y^2} \right) \right\}, \quad (3) \end{aligned}$$

в твердых стенках

$$\frac{\partial \Theta}{\partial \tau} = \frac{a_{1,2}}{\sqrt{\text{Ra} \cdot \text{Pr}}} \left(\frac{\partial^2 \Theta}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 \Theta}{\partial Y^2} \right) \quad (4)$$

Здесь Ψ – безразмерный аналог функции тока; Ω – безразмерный аналог вектора вихря; Θ – безразмерная температура; Pr – число Прандтля; Ra – число Рэлея; Sk – число Старка; τ_λ – монохроматическая оптическая толщина среды; $a_{1,2} = a_1/a_2$ – относительный коэффициент теплопроводности.

В начальный момент времени газ, занимающий внутреннюю полость, неподвижен, поэтому функция тока и вектор завихренности скорости равны нулю. Безразмерная температура также равна нулю. Рассматривается вариант с изотермическими вертикальными и адиабатическими горизонтальными стенками. На внутренних границах газовой полости и элементов твердой стенки моделируются граничные условия специального вида для функции тока и граничные условия IV рода для температуры.

Метод решения

Краевая задача (1)–(4) с соответствующими начальными и граничными условиями решена методом конечных разностей [5]. Для аппроксимации конвективных слагаемых в эволюционных уравнениях применялась схема второго порядка, позволяющая учесть знак скорости, для диффузионных слагаемых – центральные разности. Значения вихря скорости на поверхности стенки определялись по формуле Вудса [5]. Уравнения параболического типа решались с использованием локально одномерной схемы А.А. Самарского. Полученная таким

образом система линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) с трехдиагональной матрицей разрешалась методом прогонки. Для дискретизации уравнения Пуассона применялся пятиточечный шаблон “крест” на основе формул симметричной аппроксимации вторых производных. При этом полученная СЛАУ разрешалась методом последовательной верхней релаксации. Оптимальное значение параметра релаксации подбиралось на основе вычислительных экспериментов.

Результаты численного моделирования

Численный анализ сформулированной задачи проведен в широком диапазоне изменения определяющих параметров: $Ra = 10^3 - 10^6$, $Pr = 0.71$, $\tau_\lambda = 50, \infty$. На рисунке 2 представлены линии тока и поля температуры при $Ra = 10^5$, $\tau_\lambda = 50$ и ∞ , отражающие формирование тепловых пограничных слоев вблизи вертикальных стенок.

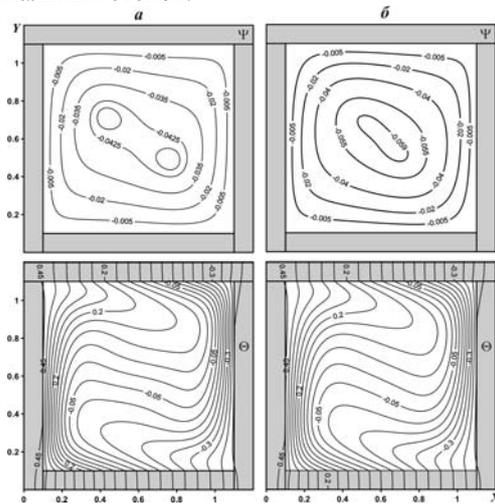


Рис.2. Линии тока Ψ и поля температуры Θ при $Ra = 10^5$: $a - \tau_\lambda = \infty$, $b - \tau_\lambda = 50$

Учет радиационной составляющей теплопереноса приводит к существенному изменению конфигурации линий тока, а также отражает интенсификацию течения газа в конвективных ячейках. Был проведен анализ влияния механизма излучения на среднее число Нуссельта на левой и верхней внутренних поверхностях газовой полости:

$$Nu_{left} = \int_{0.1}^{1.1} \left. \frac{\partial \Theta}{\partial X} \right|_{X=0.1} dY \quad \text{и} \quad Nu_{top} = \int_{0.1}^{1.1} \left. \frac{\partial \Theta}{\partial Y} \right|_{Y=1.1} dX.$$

В сопряженных задачах теплообмена локальное и среднее числа Нуссельта зависят не только от свойств жидкости и характеристик течения в полости, но и от взаимодействия кондуктивного теплопереноса в стенках с конвекцией в полости.

Таблица. Зависимость среднего числа Нуссельта от числа Рэлея при различных значениях τ_λ

Ra	$\tau_\lambda = 50$	$\tau_\lambda = \infty$
10^3	$Nu_{left} = 0.977$ $Nu_{top} = 0.233$	$Nu_{left} = 1.01$ $Nu_{top} = 0.27$
10^4	$Nu_{left} = 1.434$ $Nu_{top} = 0.841$	$Nu_{left} = 1.689$ $Nu_{top} = 0.921$
10^5	$Nu_{left} = 2.609$ $Nu_{top} = 1.507$	$Nu_{left} = 3.128$ $Nu_{top} = 1.618$
10^6	$Nu_{left} = 4.686$ $Nu_{top} = 2.588$	$Nu_{left} = 5.626$ $Nu_{top} = 2.724$

Представленные в таблице значения среднего числа Нуссельта на различных стенках отражают понижение градиента температуры вблизи поверхности твердого материала при учете излучения в приближении Росселанда.

Заключение

В результате проведенных исследований получены типичные распределения линий тока, поля температуры и завихренности, характеризующие формирование определенных режимов теплопереноса. Проанализировано влияние числа Рэлея, фактора нестационарности, оптической толщины среды, относительного коэффициента теплопроводности и толщины стенок на формирование термогидродинамических структур. Установлено, что учет механизма излучения приводит к изменению распределений линий тока и изотерм в области решения. Проведено сравнение значений среднего числа Нуссельта на характерных границах с учетом и без учета излучения.

Работа выполнена в рамках реализации ФЦП “Научные и научно-педагогические кадры инновационной России” на 2009–2013 годы (ГК № П357).

Литература

1. Jaluria Y. Design and Optimization of Thermal Systems. – New York: McGraw-Hill, 1998. –
2. Bejan A. Convection Heat Transfer. – New York: John Wiley & Sons, 2004. – 695 p.
3. Спэрроу Э.М., Сесс Р.Д. Теплообмен излучением. – Л.: Энергия, 1971. – 296 с.
4. Лыков А.В. Теория теплопроводности. – М.: Высшая школа, 1967. – 600 с.
5. Пасконов В.М., Полежаев В.И., Чудов Л.А. Численное моделирование процессов тепло- и массообмена. – М.: Наука, 1984. – 288 с.

ПОКАДРОВЫЙ АЛГОРИТМ ОБНАРУЖЕНИЯ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ФОРМАНТНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ СПЕКТРА

Походенько С.А., Фетисов Е.С.

НПП «Знак», г.Киров

vip@znak.kirov.ru

Введение

В данном докладе рассматриваются вопросы обнаружения речевых сигналов в потоке данных с минимальным временем реакции. Предлагаемый алгоритм ориентирован на анализ формантных составляющих спектра речевого сигнала.

Особенностью алгоритма является его направленность на получение результата по каждому отдельному кадру, а не общего результата по блоку кадров.

Обнаружение речевых сигналов на основе анализа формантных составляющих спектра

Речевой тракт представляет собой сложный акустический фильтр с рядом резонансов. Вследствие этого равномерный тональный или шумовой спектр превращается в спектр с рядом максимумов и минимумов. Максимумы спектра называют формантами, а нулевые провалы – антиформантами. При физической реализации может быть выделено ограниченное число обобщенных звуков речи – фонем. Для каждой фонемы огибающая спектра имеет индивидуальную и вполне определенную форму. При произнесении речи спектр ее непрерывно изменяется и образуются формантные переходы. Для обнаружения речевых сигналов предлагается подход на основе анализа формантных составляющих.

Реализация поблочного алгоритма

Входные данные формируются из принятых с приемного устройства отсчетов данных в виде блоков небольшой длительности (до 1с), содержащийся в памяти, размером N кадров с перекрытием 10 мс между кадрами (для исключения возможности принятия неверного решения из-за выбранной частоты дискретизации).

Для выделения характеристик спектра мощности для каждого принятого кадра выполняется БПФ, и для спектров мощности ищутся локальные максимумы. Считается, что текущий максимум локализован на расстоянии 50 Гц: последовательно окном 50 Гц анализируется каждый спектр мощности и фиксируется каждое новое максимальное значение гармоники – локальный максимум. Пиком считается локальный максимум, если он расположен на 12,5 дБ выше линии сигнал/шум.

В массив, содержащийся в памяти компьютера, заносятся следующие данные: координата пика (номер кадра в блоке, номер частоты в спектре) и амплитуда пика, т. е. непосредственно его величина.

Для массива пиков производится процедура очистки, для этого исключаются из рассмотрения пики, имеющего одного или не имеющие соседей. Соседними считаются пики, если они расположены в соседних кадрах и на соседних частотах кадров. Не имеющие соседей пики блокируются. Если пик содержит более одного соседа, то для этого пика восстанавливаются (разблокируются) все соседние пики (даже если они до этого блокировались). Таким образом, исключаются из рассмотрения кратковременные помехи.

Для исключения из рассмотрения несущих (телеграфные несущие, узкополосные помехи и т.п.) набирается статистика распределения пиков (максимумов) во всех кадрах по частотам.

После очистки выполняется анализ характеристик спектра – определяется расстояние между первыми двумя соседними формантами (максимумами) по каждому кадру. В соответствии с теорией для основного тона голоса расстояние между двумя соседними формантами находится в интервале 100-200 Гц.

В массив, размер которого равен количеству кадров, заносятся расстояния между первыми двумя незаблокированными пиками (максимумами) кадра.

Далее анализируется полученный массив расстояний между пиками. Если на интервале не менее 5 кадров полученные расстояния попадают в диапазон 100-200 Гц (см. выше), и модуль разности расстояния между соседними кадрами не превышает 15 Гц (вычисляется, исходя из частоты дискретизации и размера блока БПФ), то считается, что на данном интервале присутствует речевой участок (форманта). Следовательно, рассматриваемый блок данных содержит речевой сигнал.

Предлагаемый подход позволяет выполнять обнаружение речевых сигналов на временных интервалах от 200 мс.

Преимущества покадрового алгоритма

Поблочный алгоритм содержит несколько недостатков. Он требует накопления блока кадров. Результат о наличии речи выдается на весь блок кадров. Речь, находящаяся на границах блоков, не может быть обнаружена.

Часто бывает удобно вместо формирования блоков из N кадров, обрабатывать каждый новый кадр и получать по нему результат. Очевидно, что для обработки нового кадра требуется хранить историю результатов обнаружения речевого сигнала в предыдущих кадрах.

В вычислительной среде, где требуется непрерывная обработка потока данных, возникают

задержки, связанные с накоплением и обработкой блоков данных. Из-за этого вычислительная нагрузка распределяется неравномерно по потоку данных. При этом неэффективным является наложение блоков друг на друга с перекрытием в K кадров. От этого вычислительная нагрузка увеличивается в N/K раз, а результаты обнаружения дублируются.

Для устранения этих недостатков предлагается алгоритм, который производит обработку и выдает результат о наличии речи для каждого кадра.

Реализация покадрового алгоритма

В алгоритме используются следующие структуры данных: массивы и списки. Они отличаются друг от друга тем, что массив содержит фиксированное количество элементов, а список – переменное. Для обнаружения речи алгоритм использует цепочки пиков, распространяющиеся по нескольким кадрам. Для представления цепочки используются пики этой цепочки в последнем кадре и количество кадров, определяющее длину цепочки.

Алгоритм работает с текущим спектральным кадром, списком пиков в текущем спектральном кадре, списком цепочек пиков, списком несущих и массивом скользящих средних для определения несущих. Текущий спектральный кадр представляет собой массив спектральных отсчетов F , полученных при БПФ. Список пиков P содержит координаты пиков в текущем спектральном кадре. Список цепочек пиков S содержит представления цепочек. Каждое представление содержит пару координат пиков (для основной и сопутствующей форманты) в предыдущем кадре и счетчик кадров, на протяжении которых длится эта цепочка. Список несущих R содержит частоты, пики на которых считаются помехами. Массив скользящих средних S имеет тот же размер, что и массив F .

Проход алгоритма выполняется для каждого спектрального кадра. Сначала в массиве спектральных отсчетов текущего кадра F ищутся пики аналогично блочному алгоритму. Найденные пики заносятся в список P .

Далее для каждой цепочки из списка S выполняется следующая обработка. Для каждого пика из пары ищутся соседние пики из списка P аналогично блочному алгоритму. При поиске соседних пиков не учитываются пики на частотах из списка R . Если хотя бы один соседний пик не был найден или расстояние между новой парой пиков не находится в интервале от 100 Гц до 200 Гц, то считается, что цепочка прекратилась. Прекратившаяся цепочка удаляется из списка S . Иначе, старая пара пиков цепочки заменяется новой, и счетчик кадров инкрементируется. Пик,

который определили как новый пик цепочки для основной форманты, исключается из списка P .

Следующим шагом обработки является обнаружение новых цепочек. В списке пиков P ищутся пары пиков, расстояния между которыми лежат в интервале от 100 Гц до 200 Гц. Для каждой пары таких пиков в список S добавляется новая цепочка со счетчиком кадров равным 1.

Следующим этапом является формирование списка несущих R . Для определения списка несущих используется массив S . Каждый элемент этого массива соответствует определенной частоте и содержит значение скользящей средней. Это значение рассчитывается по формуле:

$$\bar{x}_i = \alpha x_i + (1 - \alpha) \bar{x}_{i-1}, \quad (1)$$

где x_i – значение равно 1, если на соответствующей частоте появился пик, и 0 в противном случае;

α – коэффициент равный $1/N$, где N – количество кадров, по которым рассчитывается скользящая средняя.

Новые значения рассчитываются для каждого элемента в массиве S . Далее список несущих очищается и в него заносятся те частоты, для которых скользящая средняя в массиве S превышает 0,3.

Следующий этап заключается в анализе состава формант и получения результата обнаружения для текущего кадра.

Исходя из минимального расстояния между соседними формантами (100 Гц), определяется окно для устранения большой кучности цепочек. Если окно 100 Гц, то в нем могут находиться не более 2-х формант, для 300 Гц – не более 3-х и т.д. Скользящим окном размером 400 Гц проходим по спектральному кадру. Если в окно попадает более 4 основных пиков разных цепочек длиной более 5 кадров, то эти форманты отмечаются как "непригодные". Цепочки длиной более 5 кадров, не отмеченные как "непригодные", возвращаются в качестве результата. Благодаря этой процедуре в результат не попадают цепочки, которые могут получиться при обработке сигналов фазовой телеграфии (шумоподобных сигналов).

Результат

Результатом данной обработки является список пиков для текущего кадра. Эти пики являются частью цепочек, превышающих по длительности 5 кадров. Наличие таких пиков говорит о присутствии в принимаемом сигнале речевой передачи.

Реализация покадрового алгоритма позволяет выполнять обнаружение речевых сигналов на временном интервале от 50 мс. Кроме того, он позволяет лучше распределить вычислительную нагрузку по потоку данных и не имеет других недостатков блочного алгоритма.

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ В МЕСТЕ ПЕРЕХОДА ПЕРА ЛОПАТКИ К ХВОСТОВИКУ

Нусратуллин Э.М.

Уфимский государственный авиационный технический университет
nusratullinem@rambler.ru

Введение

Развитие авиационной и космической техники невозможно без применения композиционных материалов (КМ), обладающих рядом уникальных свойств: малым удельным весом, высокой удельной прочностью, малой теплопроводностью, высокой удельной теплоемкостью и др. В современных КМ уже практически отсутствуют многие отрицательные качества (например, сложность технологии, дороговизна материалов, нестабильность механических характеристик и пр.), присущие КМ на ранних этапах их использования. Это позволяет более широко использовать КМ в силовых элементах самого широкого назначения. Одним из основных условий при определении параметров таких конструкций является требование минимума массы при выполнении прочности, необходимой жесткости, надежности, обеспечения необходимых величин механических характеристик во время эксплуатации агрегата и др.

Использование КМ для изготовления конкретных конструкций из КМ не может быть осуществлено без проведения необходимых прочностных расчетов, учитывающих специфику композиционных материалов. Для этого должны быть привлечены соответствующие расчетные модели, учитывающие анизотропию свойств композитов.

Определение характеристик композиционного материала

В настоящее время существуют [1] формулы для приближенного определения данных постоянных упругости ортотропного композиционного материала, однако данные формулы базируются на достаточно приближенных допущениях о форме и расположении армирующих волокон в композите. Поэтому возникает задача о более точном учете степени армирования, ориентации армирующих волокон и их форме при расчете эффективных упругих характеристиках композиционного материала.

Таким образом, мы приходим к необходимости решения задачи микромеханики композиционных материалов, где каким-либо численным и достаточно точным методом учитываются тонкие детали структуры композита на уровне размеров волокна, которое помещено в матрицу [1]. При этом основным результатом решения задач в микромеханической постановке является вычисление эффективных модулей однонаправленного слоя, которые определяются

как коэффициенты, связывающие усредненные по объему значения напряжений и деформаций при определенных граничных условиях.

Одним из наиболее эффективных численных методов расчета упругих характеристик композитов в настоящее время является метод конечных элементов.

Сущность метода конечных элементов состоит в аппроксимации исследуемого тела некоторой моделью, которая представляет собой совокупность элементов с конечным числом степеней свободы. Эти элементы взаимосвязаны только в узловых точках, куда прикладываются фиктивные силы, эквивалентные поверхностным напряжениям, распределенным по границам элементов. Параметры приведенной идеализированной системы определяются исходя из соответствующих вариационных решений [2].

Существует достаточно много программных продуктов для решения задач, основанных на методе конечных элементов. В работе использовался программный продукт ANSYS [3].

Для расчета упругих характеристик рассматривался композиционный материал на основе борных волокон и магниевой матрицы.

Для решения данной задачи был рассмотрен представительный объем композита в форме прямоугольного параллелепипеда с размерами сторон a_x , a_y , a_z , состоящий из одного волокна и окружающей его матрицы (рис. 1).

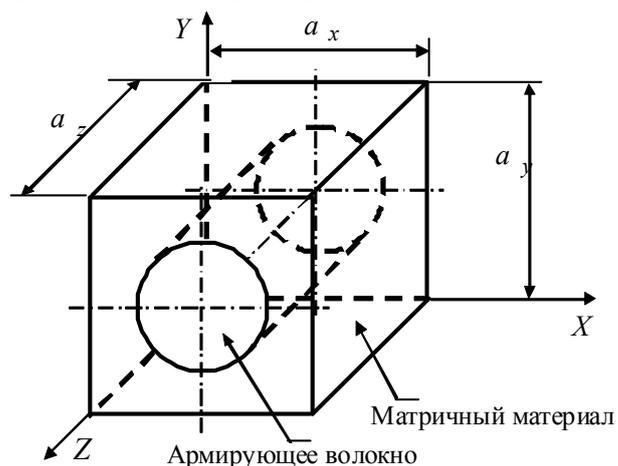


Рис. 1. Представительный элемент композиционного материала

При определении эффективных модулей упругости и коэффициентов Пуассона композиционного материала считается справедливым обобщенный закон Гука для ортотропного материала.

$$\begin{cases} \varepsilon_x = \frac{1}{E_x} \sigma_x - \frac{\nu_{xy}}{E_y} \sigma_y - \frac{\nu_{xz}}{E_z} \sigma_z, \\ \varepsilon_y = -\frac{\nu_{yx}}{E_x} \sigma_x + \frac{1}{E_y} \sigma_y - \frac{\nu_{yz}}{E_z} \sigma_z, \\ \varepsilon_z = -\frac{\nu_{zx}}{E_x} \sigma_x - \frac{\nu_{zy}}{E_y} \sigma_y + \frac{1}{E_z} \sigma_z, \\ \gamma_{xy} = \frac{1}{G_{xy}} \tau_{xy}, \quad \gamma_{yz} = \frac{1}{G_{yz}} \tau_{yz}, \quad \gamma_{zx} = \frac{1}{G_{zx}} \tau_{zx}, \end{cases}$$

где справедливы соотношения

$$\frac{\nu_{xy}}{E_y} = \frac{\nu_{yx}}{E_x}, \quad \frac{\nu_{xz}}{E_z} = \frac{\nu_{zx}}{E_x}, \quad \frac{\nu_{yz}}{E_z} = \frac{\nu_{zy}}{E_y}.$$

Вычисленные значения модулей упругости и коэффициентов Пуассона представлены в таблице 1.

Таблица 1

E_x , ГПа	E_y , ГПа	E_z , ГПа	ν_{xz} , ν_{yz}	ν_{xy} , ν_{yx}	ν_{zx} , ν_{zy}
79	79	140	0,27	0,31	0,15

Напряженное состояние в месте перехода пера лопатки к хвостовику

Для того чтобы управлять напряженным состоянием в месте перехода от перьевой части к хвостовику предлагается использовать разные коэффициенты армирования материала борными волокнами по высоте хвостовика “ласточкин хвост”. Для этого в пакете ANSYS была создана модель хвостовика лопатки, которая показана на рис. 2. Хвостовик был разбит на пять слоев и на каждом задавались упругие характеристики композиционного материала из магниевой матрицы, армированной борными волокнами.

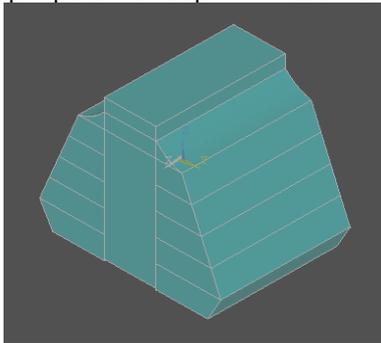


Рис.2. Модель переходной части лопатки от пера к хвостовику, выполненная в пакете ANSYS

Рассматривали три варианта армирования хвостовика.

1. Все слои имеют одинаковые характеристики, которые совпадают с характеристиками композиционного материала на магниевой матрице, армированной борными волокнами.

2. Нижний слой имеет характеристики, которые совпадают с характеристиками композиционного материала на магниевой матрице, армированной борными волокнами, а у каждого следующего слоя модули упругости и сдвига уменьшаются на 10% по сравнению с предыдущим слоем.

3. Верхний слой имеет характеристики, которые совпадают с характеристиками композиционного материала на магниевой матрице, армированной борными волокнами, а у каждого следующего слоя модули упругости уменьшаются на 10% по сравнению с предыдущим слоем.

Результаты показали, что при втором варианте армирования напряжения, которые возникают в месте перехода пера лопатки к хвостовику оказываются меньше, чем при первом и третьем варианте армирования.

Заключение

Предложен алгоритм расчета эффективных упругих характеристик однонаправленного композиционного материала, основанный на замене реального неоднородного композиционного материала эквивалентным ему однородным ортотропным материалом.

Согласно этому алгоритму были определены модули упругости и коэффициенты Пуассона композиционного материала на основе алюминиевой матрицы, армированной борными волокнами с использованием программного комплекса ANSYS. Предложен вариант армирования хвостовика лопатки.

Литература

1. Первушин Ю.С., Жернаков В.С. Проектирование и прогнозирование механических свойств однонаправленного слоя из композиционного материала. Уфа, 2002. 127 с.
2. Чигарев А.В., Кравчук А.С., Смалюк А.Ф. ANSYS для инженеров: Справочное пособие.- М.: Машиностроение, 2004. 512 с.
3. Каплун А.Б., Морозов Е.М., Олферьева М.А. ANSYS руках инженера: Практическое руководство. Изд.2-е, испр. М.: Едиториал УРСС, 2004. – 272 с.

ОБНАРУЖЕНИЕ УТЕЧЕК В ТРУБОПРОВОДАХ С ПОМОЩЬЮ ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННОЙ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ ФУНКЦИИ

Чан В.Т., Аврамчук В.С.

Томский политехнический университет
tranvietchau@yahoo.com

Введение

В настоящее время одной из самых серьёзных проблем водоснабжения городов являются потери воды при ее транспорте из-за утечек из систем трубопроводов. Поэтому обнаружение мест утечек является актуальной задачей для тепловых и водопроводных сетей практически всех населенных пунктов России. Существует два инструментальных метода определения места утечки: акустический и корреляционный. Акустический метод базируется на пошаговом прослушивании трубопровода с целью выявления места утечки, генерирующей шум. Это трудоёмкий метод, он неэффективен при больших глубинах прокладки трубопроводов, а также высоком уровне шумов среды. Корреляционный метод позволяет значительно снизить влияние шумового фона среды и тем самым получить более точные расчетные данные места утечки. Он основан на получении информации об утечке в двух разнесенных в пространстве точках, построении взаимной корреляционной функции и вычислении по этой функции координаты утечки. Метод оказывается намного более точным и эффективным по сравнению с акустическим вариантом.

В корреляционном методе входными данными при построении взаимной корреляционной функции является вибро-акустический сигнал, генерируемый утечкой, который регистрируется с помощью двух разнесенных датчиков, устанавливаемых непосредственно на трубопроводе (рис. 1). Если два датчика установить так, что предполагаемое место утечки будет находиться между датчиками, то по взаимной корреляционной функции можно определить разницу во времени (задержку) Δt прихода сигнала от места утечки до датчиков. В этом случае, зная скорость распространения акустического сигнала по трубе v , можно вычислить расстояние x от утечки до центра исследуемого участка трубы, расположенного между датчиками по формуле:

$$x = \frac{v \cdot \Delta t}{2}, \quad (1) \quad \text{или} \quad x_1 = \frac{l}{2} - \frac{v \cdot \Delta t}{2}, \quad (2).$$

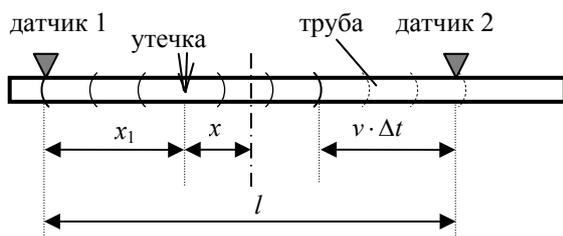


Рис. 1. Схема трубопровода с утечкой и установленными датчиками

где x_1 – расстояние от утечки до датчика 1, l – расстояние между датчиками.

Задержка Δt вычисляется с помощью взаимной корреляционной функции $r_{XY}[k]$ [1], которая характеризует тесноту связи между значениями двух дискретных сигналов x_i и y_i со сдвигом, равным k , и вычисляется по формуле:

$$r_{XY}[k] = \frac{1}{N-k} \sum_{j=0}^{N-1-k} x_{j+k} \cdot y_j \quad (3), \quad \text{где } N - \text{размер}$$

массивов значений сигналов. На графике функции $r_{XY}[k]$ расположение максимума соответствует значению искомой задержки Δt .

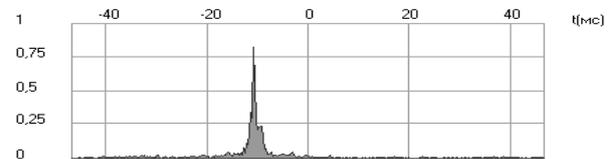


Рис. 2. График взаимной корреляционной функции.

Между тем описанный подход, несмотря на очевидные достоинства, имеет определенные ограничения. В частности, он не позволяет оценить взаимосвязь сигналов двух датчиков на различных частотах. Для устранения этого недостатка предлагается использовать частотно-временную корреляционную функцию r_{12} , формульная запись которой будет иметь следующий вид: $r_{12} = Z^k$, $Z^k = F^{-1} [M^k]$,

$$M_j^k = \begin{cases} P_j, & \frac{k}{m} \leq \frac{j}{2^{n-1} + 1} < \frac{k+1}{m}, \\ 0, & \text{иначе.} \end{cases}$$

$P_j = F(x_i)F^*(y_i)$, где x_i и y_i – отсчёты

входных сигналов, $i = 0, 1, \dots, 2^n - 1$,

$j = 0, 1, \dots, 2^{n-1} + 1$,

$k = 0, 1, \dots, m - 1$,

$m = 0, 1, \dots$,

$n = 2, 3, \dots$

Блок-схема вычислений, соответствующих соотношению (4), приведена на рис. 3.

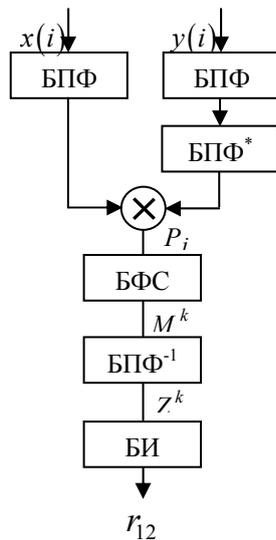


Рис. 3. Блок-схема вычисления взаимной частотно-временной корреляционной функции.

БПФ – блок быстрого преобразования Фурье, БПФ* – блок получения комплексно сопряжённых чисел, БФС – блок формирования сигналов, БПФ⁻¹ – блок быстрого обратного преобразования Фурье, БИ – блок интерпретации

Прямое и обратное преобразования Фурье реализуются в форме быстрого преобразования Фурье. На входы блоков вычисления прямого преобразования Фурье поступают сигналы x_i и y_i размерностью 2^n . Из полученного произведения P_j в блоке формирования сигналов БФС формируются m сигналов M^k , где $j = 0, 1, \dots, 2^{n-1} + 1$; $m = 2, 3, \dots, 2^{n-1}$; $k = 0, 1, \dots, m - 1$. Полученные сигналы M^k подвергаются обратному преобразованию Фурье $Z^k = F^{-1}[M^k]$. По результатам обратного преобразования Фурье в блоке интерпретации определяются частотно-временная корреляционная функция $r_{12}(f_k, t_i) = Z_i^k$,

$$\text{где } t_i \in [t_{\min}, t_{\max}] ; f_k \in [f_{\min}, f_{\max}] ;$$

$$t_i = i \cdot \frac{1}{f_d} ; f_k = \frac{k \cdot f_{\max}}{m} ; t_{\min} = -\frac{2^{n-1}}{f_d} ;$$

$$t_{\max} = \frac{2^{n-1} - 1}{f_d} ; f_{\min} = \frac{f_d}{2^n} ; f_{\max} = \frac{f_d}{2} ; f_d -$$

частота дискретизации сигнала. По полученным результатам можно построить график частотно-временной корреляционной функции $r_{12}(f, t)$, который демонстрирует взаимосвязь гармонических составляющих исследуемых сигналов x_i и y_i на различных частотах.

Для подтверждения работоспособности описанного метода и достоверности полученных с помощью частотно-временной корреляционной функции данных приведем результаты анализа звукового сигнала, записанного с трубопровода, имеющего утечку, двумя способами - классическим корреляционным (рис. 4а) и предложенным модифицированным способами (рис 4б).

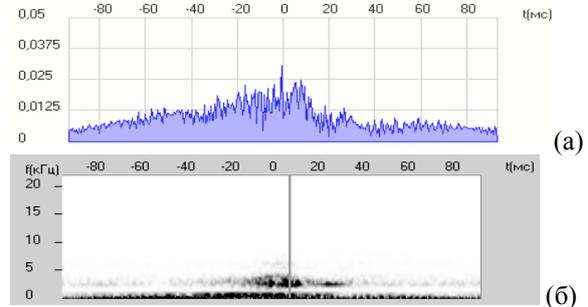


Рис. 4. Графики взаимной корреляционной функции

Расстояние между датчиками – 17м. Из-за сильных фоновых шумов на рис. 4а невозможно точно определить, где находится утечка. На рис. 4б сигналы из утечки отделяются от фоновых шумов, что позволяет получить задержку $\Delta t = 7,2$ мс. При значении скорости звука по трубе равном 800м/с, расчетное расстояние от утечки до датчика 2 равно 5,6м. Полученное расстояние близко к реальному расположению утечки (6м).

Заключение

Разработанный способ имеет важные практические приложения, в частности, он дал положительные результаты при лабораторных исследованиях аппаратуры, созданной на его основе, в задачах обнаружения утечек в трубопроводах жилищно-коммунального хозяйства.

Литература

1. Айфичер Э.С., Джервис Б.У. Цифровая обработка сигналов: практический подход. 2-е изд. – М.: Вильямс, 2008. – 992 с.
2. Марпл-мл. С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения. – М.: Мир, 1990. – 536 с.
3. Нуссбаумер Г. Быстрое преобразование Фурье и алгоритмы вычисления свертки. – М.: Радио и связь, 1985. – 248 с.
4. Хемминг Р.В. Цифровые фильтры / Под ред. проф. А.М. Трахтмана. – М: Советское радио, 1980. – 224 с.

КЛАССИФИКАЦИЯ АТАК ТИПА «ОТКАЗ В ОБСЛУЖИВАНИИ» В БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ

Емельянов К.И.

Технологический институт Южного федерального университета
kafedrabit@gmail.com

Введение

Беспроводные сенсорные сети (WSN) находятся на переломном этапе, поскольку начинают использоваться в реальных приложениях, где они подвергаются нападениям, с которыми уже сталкиваются в Интернет и беспроводных одноранговых сетях. Одни из таких атак - DoS, которые скоро получат более широкое распространение, поскольку сенсорные сети также становятся более распространенными и доступными. С присущими им ограничениями по использованию ресурсов, устройства WSN особенно чувствительны к потреблению и разрушению этих дефицитных ресурсов. Далее рассматривается таксономия DoS атак для идентификации злоумышленника, его возможностей, целей атак, используемых уязвимостей, и конечного результата, а так же методы защиты. Защита WSN от DOS-атак при сохранении низкой цены и гибкости - это основная задача исследования.

Основные характеристики сенсорных сетей

Основными параметрами любой сети являются характеристики узлов и их поведение. В поведении узлов можно выделить следующие аспекты.

1. В зависимости от назначения сети модели взаимодействия узлов могут быть различными. Так, например, в некоторых сетях каждый узел должен иметь возможность взаимодействовать с любым другим узлом внутри сети, в других сетях такое взаимодействие может быть ограниченным, например, только соседними узлами.

2. Если для каждого узла перед развертыванием сети можно указать список узлов, с которыми он будет в дальнейшем взаимодействовать, тогда все необходимые параметры защиты могут быть предустановлены до развертывания сети.

Практически все представленные в данной сети узлы имеют ограниченные ресурсы. Так, сенсоры питаются от батареек, имеют низкопроизводительный процессор и ограниченный объем памяти [1].

Таксономия атак

Зашумление (Jamming)

Зашумление является преднамеренной постановкой радиопомех для затруднения использования канала связи. Для одночастотных (single-frequency) сетей атака является простым и эффективным способом лишить атакованный узел возможности общаться и координировать свои действия с другими пользователями в сети. Постоянная передача помех является слишком дорогой с точки зрения использования энергии. Если атакующий ограничен в энергии, а WSN устройства как раз имеют это ограничение, он

может использовать спорадическую передачу или шторм (burst) помех. В ходе этой атаки зашумление используется только при обнаружении радиосигналов рядом с жертвой, которая должна быть поблизости. Если злоумышленник может выявить все транзакции, и достаточно быстро реагировать на них, запуская зашумление прежде, чем транзакция закончится, то является возможным полный отказ беспроводного канала [2].

Фальсификация (Tampering)

Крупномасштабная WSN может быть развернута в густонаселенных районах, где физический доступ к отдельным узлам невозможно предотвратить. Даже случайные прохожие могут повредить, уничтожить или подменить сенсорные устройства. Уничтожение узлов может привести к разрывам в покрытии. Более хорошо оборудованные злоумышленники могут получить доступ к памяти устройства для кражи данных или ключей шифрования. В память могут быть загружены вредоносные программы, которые не будут выявлены соседними узлами.

Коллизии (Collisions)

Как и в случае с зашумлением канала, злоумышленник может умышленно вызывать искажения на канальном уровне. Путем обнаружения и анализа радиосигналов у жертвы, злоумышленник может разрушать ключевые элементы пакетов, такие как поля, которые используются при вычислении контрольной суммы, или саму контрольную сумму. С минимальными усилиями и продолжительностью передачи, злоумышленник может заставить жертву терять пакеты и энергию, что приводит к потере мощности.

Истощение ресурсов

Злоумышленник может вызвать DOS в сети, вызывая неоднократную повторную передачу. Даже в отсутствие высокоскоростного трафика, если узел должен постоянно ретранслировать трафик из-за коллизий, как описано выше, в конце концов его энергия может быть исчерпана. Злоумышленнику всего лишь нужно повредить малую часть большого сообщения, или вызвать зашумление для потери подтверждений от соседних узлов. На различных уровнях сети небольшие по размеру сообщения (запросы), могут получать большие по размеру ответы. Например, злоумышленник может повторять команды инициализации вещания, в результате чего все узлы сети будут проводить процедуры определения координат (локализации) или синхронизацию времени.

Выборочная переадресация (Selective Forwarding)

WSN обычно зависит от всех соседних узлов, принимающих участие в маршрутизации, и от их возможности обеспечить желаемые маршруты. Различные атаки могут использовать эту особенность маршрутизации, чтобы вызвать DoS при помощи выборочной переадресации. Сенсор может просто игнорировать необходимость ретрансляции определенных сообщений. Это также вызывает срабатывание ресурсоёмкого механизма защиты от потерь и повышает интенсивность трафика за счёт повторной передачи. Злоумышленник может также заставить сенсор игнорировать сообщения от определённых узлов, таких как базовые станции или сервера. В худшем случае узел может не только игнорировать сообщения, но и предлагать маршрут соседним узлам, создавая «чёрную дыру» (blackhole) маршрутизации. Любые сообщения, проходящие по этому маршруту, будут перенаправляться на злоумышленника, где будут удаляться. Кроме DOS для отправителей сообщений, соседние узлы страдают от увеличения интенсивности трафика [3].

Неверное перенаправление (Misdirection)

Неверное перенаправление сообщений происходит, когда злоумышленник предлагает заведомо неверный маршрут. Злоумышленник может вызвать отказ в обслуживании конкретного отправителя, перенаправляя только трафик, порождаемый узлом-жертвой. Аналогично, отказ в обслуживании приемника может быть вызван, если злоумышленник отклоняет трафик от конкретного узла. Злоумышленник может также сформировать поддельный адрес источника при отправке запроса таким образом, что ответ будет возвращён узлу-жертве. Это приводит к созданию помех или даже к затоплению, если сервис поддерживает механизм усиления трафика.

Атака Сибиллы (Sybil Attack)

Большинство протоколов предполагает, что узлы представляют одно уникальное устройство. В атаке Сибиллы злоумышленник представляется как несколько устройств [4]. В сочетании с небезопасными запросами о местоположении это означает, что хакер может как бы оказаться в нескольких местах одновременно. Путем создания поддельных узлов, расположенных на границе, доступной жертве для маршрутизации, высоки шансы, что злоумышленник будет выбран в качестве следующего прыжка при ретрансляции. Атака также может скомпрометировать схему маршрутизации (multi-path routing), что повышает шансы успешного проведения атаки выборочной переадресации.

Затопление запросами (Flooding)

Затопление запросами переполняет ограниченные ресурсы узла-жертвы, будь то память, функционал, или полоса пропускания. В однородной сети, узел-источник атаки может иметь те же ограничения по ресурсам, как и жертва, что делает атаку относительно дорогой.

Однако, если злоумышленник использует более мощное устройство, такое как базовая станция или ноутбук, стоимость наводнения атаки существенно снижается. Ошибки в проектировании протоколов могут обеспечивать платформу для атак с усилением трафика, такие как Smurf [5]. Злоумышленник формирует поддельный адрес источника при отправке широковещательного запроса таким образом, что ответ будет возвращён узлу-жертве. Все узлы, получившие запрос, будут отвечать узлу-жертве, затопляя его коммуникационные каналы. Таким образом, всего несколько сообщений от злоумышленника могут вырасти в шторм ответов, приходящих жертве.

Затопление HELLO-сообщениями (HELLO Flood)

Немного отличаясь от обычного затопления, затопление HELLO-сообщениями является серьезной однопакетной атакой, которая может привести к компрометации статуса целых сегментов WSN [6]. Многие протоколы используют обмен сообщениями типа «HELLO» для создания локальных таблиц с информацией о соседях. Результатом HELLO-затопления является то, что каждый узел считает, что злоумышленник расположен в одном прыжке. Если злоумышленник впоследствии предлагает маршруты низкой стоимости (low-cost routes), узлы WSN будут пытаться перенаправлять свои сообщения на злоумышленника. Ретрансляция запросов на поддельный узел вызывает переполнение и коллапс всей системы маршрутизации.

Литература

1. Zhu S., Setia S., Jajodia S. LEAP: Efficient Security Mechanisms for Large&Scale Distributed Sensor Networks// Proc. of the 10th ACM Conference on Computer and Communications Security (CCS '03). Washington D. C. 2003.
2. Mika Stahlberg. Radio jamming attacks against two popular mobile networks, 2000. Helsinki University of Technology, Tik-110.501 Seminar on Network Security.
3. Sergio Marti, Thomas Giuli, Kevin Lai, and Mary Baker. Mitigating routing misbehavior in mobile adhoc networks. In Proceedings of the 6th Annual International Conference on Mobile Computing and Networking (MOBICOM-00), pages 255.265, N. Y., August 2000. ACM Press.
4. John R. Douceur. The sybil attack. In In IPTPS, pages 251.260, 2002.
5. CERT Coordination Center. Smurf ip denial-of-service attacks. Technical report, CERT Advisory CA-98:01, November 1998.
6. Chris Karlof and David Wagner. Secure routing in wireless sensor networks: Attacks and countermeasures. In First IEEE International Workshop on Sensor Network Protocols and Applications, 2003.

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА РАДИАЛЬНЫХ СИЛ РЕЗАНИЯ ПРИ ХОНИНГОВАНИИ ТОНКОСТЕННЫХ ЦИЛИНДРОВ

Огородов В.А., Лазуков Н.Е., Осипов Г.А.
Уфимский государственный авиационный технический университет
semper_novi@mail.ru

Расчет радиальных сил резания (РСР) при хонинговании тонкостенного цилиндра требует учета особенностей его конструкции. Анализ типовых конструкций тонкостенных цилиндров показал, что эти детали отличаются значительным разнообразием конструктивных параметров конструктивных форм, в частности, количеством ступеней. Поэтому в целях уменьшения трудоемкости исследований разработаны алгоритм и программа расчета РСР для тонкостенного цилиндра с произвольным числом ступеней.

В его основу положены шесть подпрограмм (процедур). Первые две из них (СТ и СВ) предназначены для численного интегрирования системы дифференциальных уравнений соответственно при прямой и обратной прогонках.

Для запоминания значений интегрируемых функций в заданном расчетном сечении цилиндра при прямой прогонке служит процедура MEMORY, блок схема которой приведена на рис. 1, а. Определение вектора состояния в расчетном сечении производится процедурой MEET (рис. 1, б).

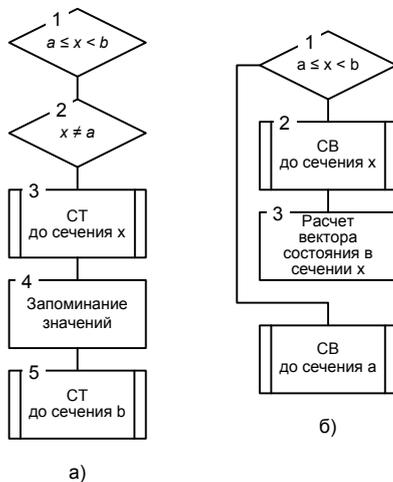


Рис. 1. Блок схемы процедур MEMORY (а) и MEET (б)

Выбор условий нагружения рассматриваемой ступени цилиндра при прямой прогонке осуществляется в процедуре THERE (рис. 2), а при обратной прогонке – в процедуре BACK (рис. 3).

Блок схема расчета РСР для тонкостенных цилиндров с произвольным числом ступеней приведена на рис. 4.

Ввод числа расчетных сечений n и количества ступеней m производится в блоке 1, а исходные данные для расчета вводятся в блоке 2.

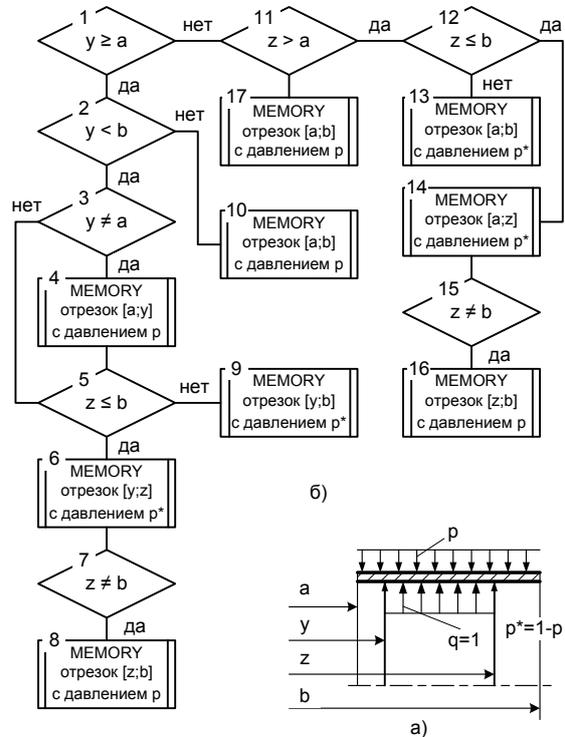


Рис. 2. Расчетная схемы (а) и блок схема процедуры THERE (б)

При определении числа ступеней цилиндра за их начало принимается сечение изменение радиуса срединной поверхности (толщины стенки) цилиндра или сечение приложения внешнего (наружного) радиального давления.

В том случае, когда радиальное давление приложено к цилиндру только на ограниченном участке, принимается, что на остальных участках также приложено внешнее давление, но равное нулю. Пример определения ступеней тонкостенного цилиндра приведен на рис. 5.

После ввода исходных данных в блоке 3 вычисляются компоненты матрицы L и вектора N для каждой ступени, определяются соотношения радиусов срединных поверхностей смежных ступеней цилиндра, шаг $\Delta \xi$ между сечениями приложения единичной силы и другие вспомогательные преобразования.

Далее в блоке 4 по величине давления разжима хонинговальных брусков определяется величина силы Q_p , а в блоке 5 вычисляются границы приложения единичного давления g_j ($j=1, 2, 3, \dots, n$).

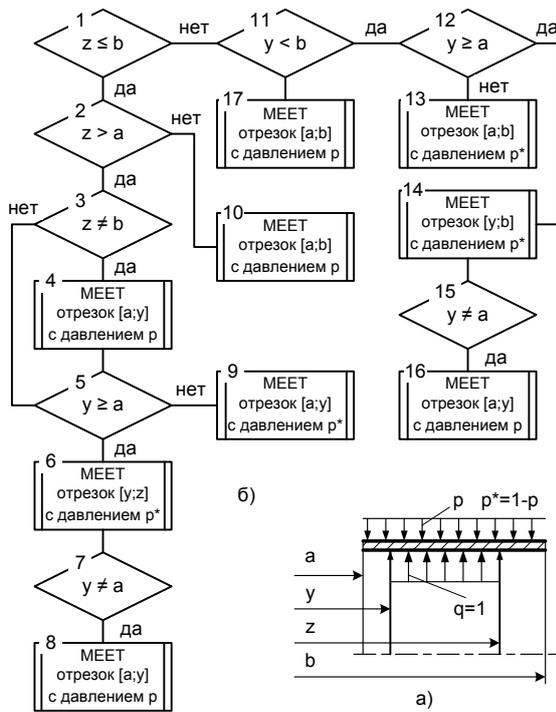


Рис. 3. Расчетная схемы (а) и блок схема процедуры BACK (б)

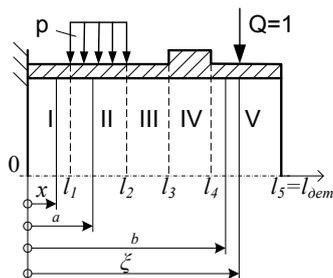


Рис. 4. Определение числа ступеней цилиндра

Затем в блоке 7 назначается расчетное сечение x_i ($i=1, 2, 3, \dots, n$), в блоке 9 – сечение приложения единичной силы ξ_j ($j=1, 2, 3, \dots, n$), а в блоке 10 – начальные данные для прямой прогонки, которая осуществляется последовательным рассмотрением каждой ступени цилиндра. При этом в блоке 12 вычисляется дополнительный изгибающий момент, действующий в сечении между предыдущей ступенью и текущей, и по его значению пересчитывается значение интегрируемых функций. После этого вызывается подпрограмма THERE (блок 13).

После рассмотрения последней ступени при прямой прогонке в блоке 14 определяется вектор состояния на левом краю цилиндра при $x=l_{дем}$. Затем в блоке 15 назначаются данные для обратной прогонки, которая также осуществляется

последовательным рассмотрением всех ступеней цилиндра, но в обратном порядке: в блоке 17 вычисляется до-полнительный изгибающий момент и пере-считываются значения интегрированных функций, а в блоке 18 вызывается под-программа BACK.

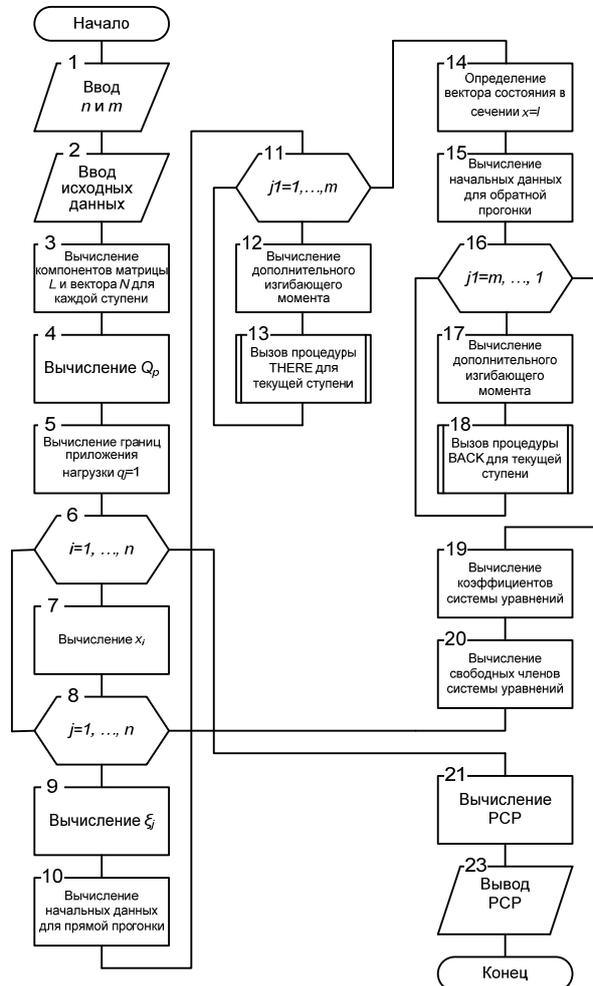


Рис. 5. Блок-схема расчета PCP при хонинговании

В блоках 19 и 20 вычисляются коэффициенты и свободные члены системы линейных уравнений при заданных сечениях x_i и ξ_j . После формирования всего множества коэффициентов и свободных членов системы линейных уравнений (5) в блоке 21 производится ее решение. Разработанный алгоритм расчета радиальных сил резания при хонинговании позволил выполнить комплексное исследование этого метода финишной обработки высокоточных деталей авиационной техники.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ КАБЕЛЬНОГО ИЗДЕЛИЯ В ФОРМЕ ДВУХСЛОЙНОГО ЦИЛИНДРА

Иванова Е.В.

Томский политехнический университет
zhenya1@tpu.ru

Вулканизация является одним из основных этапов процесса кабельного производства [1, 2].

В результате вулканизации каучук теряет пластические свойства, становится эластичным и прочным и приобретает другие характерные для резины свойства.

Вследствие большого разнообразия каучуков и протекания при вулканизации различных вторичных химических реакций термохимия этого процесса еще недостаточно хорошо изучена [1, 2].

Для выбора оптимальных технологических параметров необходимо моделирование теплового состояния изделия в процессе вулканизации [3].

Но до настоящего времени эта задача не решена в постановке, учитывающей все основные значимые факторы.

Известна математическая модель [4] изменения температуры бесконечной двухслойной пластины, позволяющая проводить аналитические расчеты нестационарных температурных полей такой пластины в процессе нагрева при вулканизации полимерного покрытия металла.

Однако авторы [4] не учитывали несколько значимых факторов процесса.

Для крупных изделий, нагреваемых в печах при температурах от 100 до 400 С, можно допустить использование декартовых координат.

Однако при моделировании процесса изготовления наиболее типичных кабельных изделий, диаметр которых не превышает 20 мм в поперечном сечении, необходимо использовать цилиндрическую систему координат для увеличения достоверности прогноза.

Кроме того при высоких температурах в камерах вулканизации теплообмен излучением может играть важную роль в формировании тепловых режимов изделий.

Целью данной работы является анализ с использованием методов численного моделирования масштабов изменения температурных полей изделий при учете их реальной конфигурации.

Схема исследуемого процесса представлена на рисунке 1.

Двухслойный кабель с начальной температурой T_0 нагревается при существенно более высокой температуре в печи.

В результате верхний резиновый слой вулканизируется.

Решение задачи осуществлялось в цилиндрической системе координат, начало которой совпадает с центром симметрии.

При постановке задачи принимается, что:

- кабель имеет правильную цилиндрическую форму;
- кабель считается неограниченным;
- коэффициенты теплопроводности меди и резины не зависят от температуры.

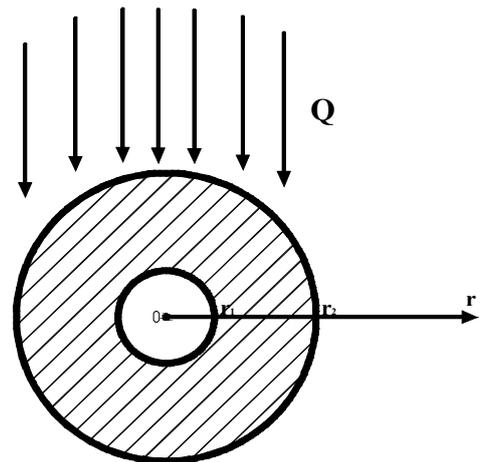


Рис. 1. Область решения задачи

Можно сформулировать математическую модель температурных полей кабельных изделий в процессе вулканизации в цилиндрической системе координат.

Система уравнений включает двумерные нестационарные уравнения теплопроводности (1, 2):

$$c_1 \cdot \rho_1 \cdot \frac{\partial T_1}{\partial t} = \lambda_1 \cdot \left(\frac{\partial^2 T_1}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial T_1}{\partial r} \right); \quad (1)$$

$$c_2 \cdot \rho_2 \cdot \frac{\partial T_2}{\partial t} = \lambda_2 \cdot \left(\frac{\partial^2 T_2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial T_2}{\partial r} \right). \quad (2)$$

Начальные условия ($t = 0$):

$$T_1(r, t) = T_2(r, t) = T_0; \quad (3),$$

где T_0 — начальная температура, r — радиус цилиндрического изделия.

$$\text{Граничные условия: } r = 0; \frac{\partial T_1}{\partial r} = 0; \quad (4)$$

$$r = r_1; \lambda_1 \cdot \frac{\partial T_1}{\partial r} = \lambda_2 \cdot \frac{\partial T_2}{\partial r}, T_1 = T_2; \quad (5)$$

$$r = r_2; \lambda_2 \cdot \frac{\partial T_2}{\partial r} = \alpha \cdot (T_B - T_2), \quad (6)$$

где c_1, c_2 — теплоемкость соответственно медной жилы и резиновой оболочки; ρ_1, ρ_2 — плотность жилы и оболочки; T_1, T_2, T_B — температуры жилы, оболочки и окружающего

воздуха; λ_1, λ_2 – коэффициенты теплопроводности жилы и оболочки [5].

Система нелинейных дифференциальных уравнений теплопроводности для двухслойного цилиндра «медь – резина» (3) - (6) с нелинейными граничными условиями на поверхности раздела сред решена методом конечных разностей. [6]

Разностные аналоги исходных дифференциальных уравнений решены методом итераций с применением неявной четырехточечной разностной схемы.

Численные исследования проведены с учетом нескольких основных значимых факторов: в декартовой системе координат для бесконечной пластины и в цилиндрических координатах.

На рис. 2 приведены типичные распределения температуры по радиусу цилиндра для двух случаев.

При проведении численных расчетов использовались следующие значения параметров: $T_0 = 303$ К; $\rho_1 = 1200$ кг/м³; $\lambda_1 = 0,16$ Вт/(м·К); $c_1 = 1380$ Дж/(кг·К); $\rho_2 = 8700$ кг/м³; $\lambda_2 = 400$ Вт/(м·К); $c_2 = 385$ Дж/(кг·К); $T_B = 500$ К.

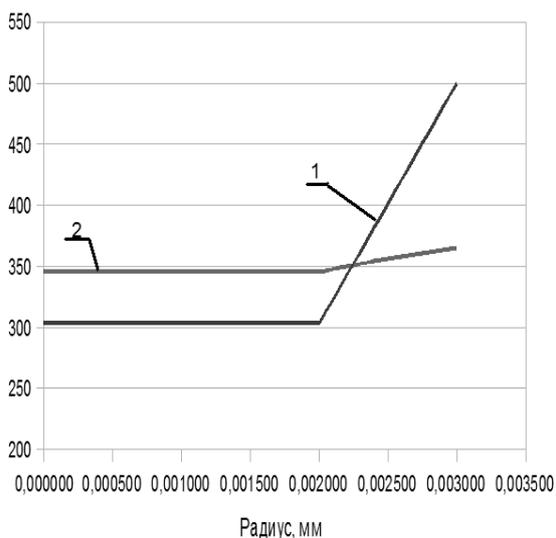


Рис. 2. Распределение температуры в момент времени $t = 100$ с: 1 – в декартовой системе координат для бесконечной пластины, 2 — в цилиндрической системе координат

Распределение температуры для пластины и цилиндра значительно отличается, как видно из рис. 2.

Для всех типов резин существует предельная температура, после которой начинается термическое разложение и оно экспоненциально зависит от температуры.

Следовательно, необходимо это учитывать при оптимизации процесса вулканизации, т.к. увеличение температуры может повлечь за собой значительное увеличение термического разложения.

Полученные результаты позволяют сделать некоторые прогнозы по перспективам использования программных расчетов оптимальных параметров процесса вулканизации.

Без предварительных численных расчетов практически невозможно выбрать оптимальные технологические режимы, обеспечивающие наименьшие энергетические затраты с одной стороны и требуемое время для полного завершения процесса полимеризации.

Кроме того, выбор режима вулканизации ограничен маркой резины из-за различия в значениях предельных температур.

Литература

1. Кошелев Ф.Ф., Корнев А.Е., Климов Н.С. Общая технология резины. – М.: Химия, 1968, 560 с.
2. Лукомская А.И., Баденков П.Ф., Кеперша Л.М. Тепловые основы вулканизации резиновых изделий. – М.: Химия, 1972, 359 с.
3. Шейн В.С., Шутилин Ю.Ф., Гриб А.П. Основные процессы резинового производства. – Л.: Химия, 1988, 159 с.
4. Аваев А.А., Ю.Р. Осипов, В.В. Павлов. Математическая модель нагрева двухслойной пластины в системе металл - эластомер в процессе термической вулканизации эластомера. // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2008. №7. С. 3-4
5. Лыков А.В. Теория теплопроводности. М.: Высшая школа, 1967, 600 с.
6. Самарский А.А. Теория разностных схем. М.: Наука, 1983, 616 с.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ПЛАВУЧЕСТИ НА РЕЖИМЫ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА В ЭЛЕМЕНТАХ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Шишкин Н.И., Шеремет М.А.
Томский государственный университет
mamba_zaza_123@sibmail.com

Введение

Современные тенденции развития электронной техники связаны с ростом мощности источников передачи сигнала, увеличением производительности составных элементов, уменьшением массовых и габаритных показателей, что ведет к увеличению рабочих температур. Изучение процессов сопряженного теплообмена имеет большое значение при проектировании миниатюризованных технических устройств, а именно в связи с проблемой отвода тепла от нагреваемых частей [1, 2].

При работе микроэлектроники выделяется энергия, значительная часть которой, превращается в тепловую путем теплопроводности и естественной конвекции, а это приводит к повышению температуры приборов и ухудшает изоляционные свойства, изменяет плотность и подвижность носителей тока в полупроводниках.

Математическое моделирование анализируемых процессов в полной постановке предполагает совместное решение уравнений переноса массы, импульса и энергии в газовой полости и уравнения теплопроводности в элементах твердого материала с условиями сопряжения температур и тепловых потоков на границах раздела сред [3].

Постановка задачи

Целью настоящей работы является численный анализ влияния коэффициента плавучести (Br) на режимы нестационарного теплообмена в прямоугольной области с локальным источником тепловыделения в условиях неоднородного теплообмена с окружающей средой при наличии внешнего вынужденного течения.

Исследуемый объект (рисунок 1) представляет собой систему из шести элементов, пять из которых – элементы твердого материала, а шестой – газовая полость. Температура источника тепловыделения постоянна. Стенки $y = 0$, $y = L_y$ и $x = L_x$, предполагаются теплоизолированными. На границе $x = 0$ осуществляется теплообмен с окружающей средой за счет механизмов конвекции и излучения.

Газ, занимающий внутреннюю полость, считается несжимаемой, вязкой, теплопроводной, ньютоновской жидкостью, удовлетворяющей приближению Буссинеска. Режим течения является ламинарным. Теплообмен излучением от источника тепловыделения и между стенками считается пренебрежимо малым. Члены в уравнении энергии, характеризующие вязкую

диссипацию и работу сил давления, пренебрежимо малы.

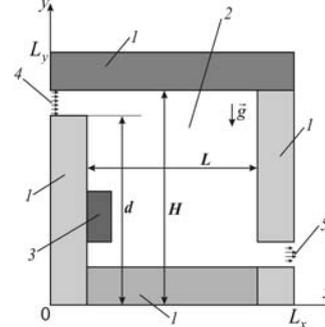


Рис. 1. Область решения: 1 – стенки; 2 – газ; 3 – источник тепловыделения; 4 – входное отверстие; 5 – выходное отверстие

Процесс переноса тепла и массы в рассматриваемой области описывается системой нестационарных двумерных уравнений конвекции в приближении Буссинеска, уравнением диффузии в газовой полости [4]

$$\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0, \\ \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = \frac{1}{\rho} F_x - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \nu \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right), \\ \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = \frac{1}{\rho} F_y - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + \nu \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right), \\ \rho C_p \left(\frac{\partial T}{\partial t} + u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y} \right) = \lambda \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right), \\ \frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} + v \frac{\partial C}{\partial y} = D \left(\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} \right), \end{cases}$$

и нестационарным двумерным уравнением теплопроводности для элементов твердого материала

$$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} = \lambda \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right),$$

где ρ – плотность, C_p – удельная теплоемкость материала стенки при постоянном давлении, λ – коэффициент теплопроводности, C – концентрация примеси, D – коэффициент диффузии, u, v – проекции вектора скорости. Система этих уравнений определяет перенос тепла и примеси в газовой полости и теплопередачу в твердых стенках.

Математическая модель сформулирована в безразмерных переменных «функция тока–завихренность–температура–концентрация»:

$$\frac{\partial \Omega}{\partial \tau} + \frac{\partial(U\Omega)}{\partial X} + \frac{\partial(V\Omega)}{\partial Y} = \frac{1}{Re} \left(\frac{\partial^2 \Omega}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 \Omega}{\partial Y^2} \right) + \frac{Ra}{Pr \cdot Re^2} \left(\frac{\partial \Theta}{\partial X} + Br \frac{\partial \zeta}{\partial X} \right),$$

- в газовой полости

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial Y^2} = -\Omega,$$

$$\frac{\partial \Theta}{\partial \tau} + \frac{\partial(U\Theta)}{\partial X} + \frac{\partial(V\Theta)}{\partial Y} = \frac{1}{\text{Pr} \cdot \text{Re}} \left(\frac{\partial^2 \Theta}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 \Theta}{\partial Y^2} \right),$$

$$\frac{\partial \zeta}{\partial \tau} + \frac{\partial(U\zeta)}{\partial X} + \frac{\partial(V\zeta)}{\partial Y} = \frac{1}{\text{Sc} \cdot \text{Re}} \left(\frac{\partial^2 \zeta}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 \zeta}{\partial Y^2} \right),$$

- для элементов твердой стенки

$$\frac{1}{\text{Fo}} \frac{\partial \Theta_1}{\partial \tau} = \frac{\partial^2 \Theta_1}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 \Theta_1}{\partial Y^2}.$$

Начальные и граничные условия:
 $\Psi(X, Y, 0) = \Omega(X, Y, 0) = \Theta(X, Y, 0) = \zeta(X, Y, 0) = 0$, за исключением источника тепловыделения, на котором в течение всего процесса $\Theta = 1$.

- на границе $X = 0$ моделировался конвективно-радиационный теплообмен с внешней средой:

$$\frac{\partial \Theta}{\partial X} = \text{Bi} \cdot \Theta + \text{Bi} \cdot \frac{T_0 - T^c}{T_{\text{hs}} - T_0} + \text{Sk} \cdot \left[\left(\Theta + \frac{T_0}{T_{\text{hs}} - T_0} \right)^4 - \left(\frac{T^c}{T_{\text{hs}} - T_0} \right)^4 \right],$$

- на остальных внешних границах – условия теплоизоляции: $\frac{\partial \Theta(X^*, Y, \tau)}{\partial X} = 0$ или $\frac{\partial \Theta(X, Y^*, \tau)}{\partial Y} = 0$

- на входе в полость:

для уравнения энергии рассматривались граничные условия 3 рода, для функции тока, завихренности и концентрации:

$$\Psi = Y - \frac{d}{L_x}, \quad \Omega = 0, \quad \zeta = 1;$$

- на выходе из полости:

$$\frac{\partial \Psi}{\partial X} = \frac{\partial \zeta}{\partial X} = \frac{\partial \Omega}{\partial X} = \frac{\partial \Theta}{\partial X} = 0;$$

- на границах твердого материала и газа, параллельных координатным осям $0X(0Y)$, кроме границ смежных сечению $Y = H/L_x$:

$$\Psi = 0, \quad \frac{\partial \Psi}{\partial Y(\partial X)} = 0, \quad \frac{\partial \zeta}{\partial Y(\partial X)} = 0, \quad \Theta_1 = \Theta_2, \quad \frac{\partial \Theta_1}{\partial Y(\partial X)} = \lambda_{2,1} \frac{\partial \Theta_2}{\partial Y(\partial X)};$$

- на границах смежных сечению $Y = H/L_x$, параллельных координатным осям $0X(0Y)$:

$$\Psi = \frac{H-d}{L_x}, \quad \frac{\partial \Psi}{\partial Y(\partial X)} = 0, \quad \frac{\partial \zeta}{\partial Y(\partial X)} = 0, \quad \Theta_1 = \Theta_2, \quad \frac{\partial \Theta_1}{\partial Y(\partial X)} = \lambda_{2,1} \frac{\partial \Theta_2}{\partial Y(\partial X)}.$$

Для решения краевой задачи с соответствующими начальными и граничными условиями применялся метод конечных разностей. Значения вихря скорости на поверхности стенки определялись по формуле Вудса. Уравнения параболического типа решались на основе локально одномерной схемы А.А. Самарского. Для дискретизации уравнения Пуассона применялся пятиточечный шаблон “крест” на основе формул симметричной аппроксимации вторых производных. Полученная при этом система линейных алгебраических уравнений разрешалась методом последовательной верхней релаксации.

Анализ полученных результатов

Численный анализ проведен на равномерной сетке 200×200 при длине объекта $L_x = 0.1$ м. Для элементов твердого материала безразмерные комплексы принимали следующие значения: $\text{Fo}_1 = 3.46 \cdot 10^{-4}$, $\text{Bi}_1 = 0.0435$, $\text{Sk}_1 = 3.697 \cdot 10^{-11}$, $\lambda_{2,1} = 5.652 \cdot 10^{-4}$.

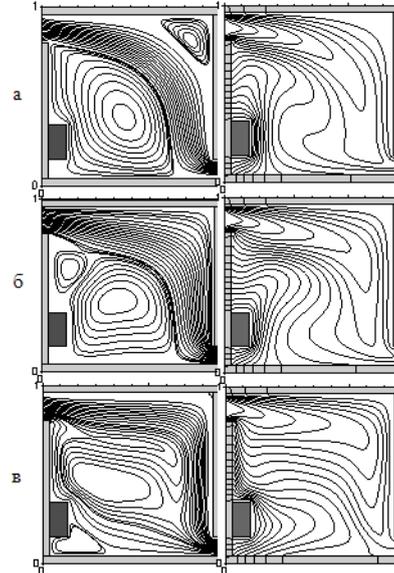


Рис. 2. Линии тока Ψ и поля температуры Θ при $\text{Re} = 200$, $\text{Ra} = 10^5$, $\lambda_{2,1} = 5.652 \cdot 10^{-4}$:
 $\text{Br} = -2$ (а), 2 (б), 5 (в).

На рисунке 2 представлены линии тока и поля температуры, соответствующие режиму сопряженного теплопереноса при $\text{Re} = 200$, $\text{Ra} = 10^5$, $\lambda_{2,1} = 5.652 \cdot 10^{-4}$.

С увеличением коэффициента плавучести наблюдается деформация трубки тока внешнего вынужденного течения, охлаждение газовой полости за счет интенсивного продвижения фронта пониженной температуры, а также смещение термического факела к нижней стенке и выравнивание концентрации по горизонтальным сечениям. Работа выполнена в рамках реализации ФЦП “Научные и научно-педагогические кадры инновационной России” на 2009–2013 годы (ГК № П357).

Литература

1. Дульнев Г.Н., Семьяшкин Э.М. Теплообмен в радиоэлектронных аппаратах. – Л., 1968. – 360 с.
2. Краус А.Д. Охлаждение электронного оборудования. – Л., 1971. – 248 с.
3. Пасконов В.М., Полежаев В.И., Чудов Л.А. Численное моделирование процессов тепло- и массообмена. – М.: Наука, 1984. – 288 с.
4. Джалурия Й. Естественная конвекция. – М.: Мир, 1983. – 400 с.

РАСЧЕТ РАДИАЛЬНЫХ СИЛ РЕЗАНИЯ ПРИ ХОНИНГОВАНИИ ТОНКОСТЕННЫХ ЦИЛИНДРОВ

Огородов В.А., Лазуков Н.Е., Осипов Г.А.
Уфимский государственный авиационный технический университет
semper_novi@mail.ru

Моделирование процесса хонингования связано с расчетом радиальных сил резания (РСР), которые являются результатом упругого взаимодействия хонингованных брусков с обрабатываемой деталью. При этом радиальная подача хонинговальных брусков приводит к упругому отжатию стенки цилиндра. Считая хонинговальный брусок абсолютно жестким, поскольку его изгибная жесткость на несколько порядков выше такой же жесткости тонкостенного цилиндра, условие совместности деформации бруска и тонкостенного цилиндра можно представить в следующем виде:

$$W(x) = S_p - V(x), \quad (1)$$

где $W(x)$ – величина упругого отжатия стенки тонкостенного цилиндра; S_p – радиальной подачи бруска; $V(x)$ – податливость стыка брусок-деталь. Все переменные, входящие в уравнение (1) в случае разжима брусков «по давлению» являются неизвестными.

Если предположить, что контакт бруска с поверхностью сохраняется на всем его протяжении, то переменные $W(x)$ и $V(x)$ можно посредством уравнения Фредгольма 1-го рода выразить через одну неизвестную функцию сил резания $g(x)$

$$W(x) = \int_a^b G(x, \xi) g(\xi) d\xi, \quad (2)$$

где $G(x, \xi)$ – функция влияния, представляющая собой деформацию тонкостенного цилиндра в сечении x от единичной нагрузки $g(\xi)d\xi=1$, приложенной в сечении ξ ; a и b – сечения, определяющие расположение бруска относительно детали;

$$V(x) = \int_a^b U(x, \xi) g(\xi) d\xi, \quad (3)$$

$U(x, \xi)$ – функция влияния для стыка «брусок-деталь».

Для раскрытия неопределенности уравнения (1) составим дополнительное уравнение, выражающее условие равновесия хонинговального бруска под действием

приложенных к нему сил:
$$Q_p = \int_a^b g(x), \quad (4)$$

где Q_p – радиальная сила разжима, приходящаяся на один брусок.

Поскольку решение системы уравнений (1) и (4) в аналитическом виде не представляется возможным, то и на основании замены интегралов

(2), (3) и (4) конечными суммами была получена система линейных алгебраических уравнений относительно дискретного множества неизвестных значений сил резания g_j ($j=1, 2, 3, \dots, n$)

$$\begin{cases} S_p = \sum_{j=1}^n (G_{ij} + U_{ij}) g_j \Delta \xi, & i = 1, \dots, n \\ Q_p = \sum_{j=1}^n g_j \Delta x. \end{cases} \quad (5)$$

Допустив, что нагрузка, действующая на тонкостенный цилиндр, является осесимметричной, входящие в систему коэффициенты G_{ij} можно определить интегрированием дифференциального уравнения 4-го порядка [1]

$$\frac{d^4 W}{dx^4} + 4\beta^4 W = -\frac{\mu T_x}{Dr} + \frac{p}{D}, \quad (6)$$

где β – параметр цилиндра; μ – коэффициент Пуассона; T_x – распределенная по торцу осевая сила; D – цилиндрическая жесткость цилиндра; r – радиус срединной поверхности цилиндра; p – радиальное давление, приложенное к наружной поверхности цилиндра.

В матричной форме дифференциальное уравнение (6) имеет вид

$$\dot{Y} = LY + N, \quad (7)$$

где $Y = \{Y_1; Y_2\}^T$ – вектор напряженно-деформированного состояния оболочки размера 4; L – матрица размера 4×4 ; N – вектор нагрузки размера 4.

Вследствие линейности уравнения (7) между векторами Y_1 и Y_2 существует зависимость [2, 3]

$$Y_1 = IY_2 + F, \quad (8)$$

здесь I – матрица размера 2×2 ; F – вектор нагрузки размера 2.

Значения матрицы I и вектора F уравнения (8) вычисляются из системы дифференциальных

уравнений:
$$\begin{aligned} \dot{I} &= -I(L_{21}I + L_{22}) + L_{11}I + L_{12} \\ \dot{F} &= -I(L_{21}F + N_2) + L_{11}F + N_1. \end{aligned} \quad (9)$$

Численным интегрированием системы (9) в направлении от $x = 0$ до $x = l$ (l – длина цилиндра), начальные данные для которого определяются из условий закрепления цилиндра при обработке [2, 3], получают значения матрицы \bar{I} и вектора \bar{F} в

тех сечениях, где требуется определить вектор состояния Y . Это прямая прогонка.

После определения вектора состояния Y в сечении $x = l$ систему уравнений (9) интегрируют еще раз, но в обратном направлении при $dx < 0$ (совершают обратную прогонку), определяя значения матрицы \bar{I} и вектора \bar{F} в расчетных сечениях.

На основании результатов прямой и обратной прогонки для каждого расчетного сечения вычисляют значения искомых векторов

$$Y_1 = \bar{I}(\bar{I} - \bar{I})^{-1}(\bar{F} - \bar{F}) + \bar{F} \quad (10)$$

$$Y_2 = \bar{I}(\bar{I} - \bar{I})^{-1}(\bar{F} - \bar{F}).$$

Для того, чтобы можно применить метод прогонки к расчету ступенчатых тонкостенных цилиндров необходимо знать каким образом изменяются значения интегрируемых функций I и F при переходе от одной ступени цилиндра к другой.

Поскольку деформация тонкостенного цилиндра есть функция непрерывная, то вектор Y_1 имеет одно и то же значение в конце предыдущей и в начале следующей ступени, т. е.

$$Y_1^- = Y_1^+, \quad (11)$$

здесь индексы «-» и «+» служат для обозначения векторов до и после рассматриваемого сечения.

Вектор внутренних силовых факторов Y_2 при переходе от одной ступени цилиндра к другой изменяется в связи с изменением радиуса срединной поверхности. Так для прямой прогонки имеем

$$Y_2^+ = \frac{r_i}{r_{i+1}} Y_2^- - \bar{m} \frac{l}{D} e_2, \quad (12)$$

где \bar{m} – дополнительный изгибающий момент, создаваемый осевой силой T_x ,

$$\bar{m} = \frac{T_x r_i}{r_{i+1}} (r_{i+1} - r_i); \quad (13)$$

e_2 – единичный вектор, $e_2 = \{0; 1\}$.

В результате для прямой прогонки получаем

$$\bar{I}^+ = \frac{r_{i+1}}{r_i} \bar{I}^-; \quad (14)$$

$$\bar{F}^+ = \bar{F}^- + \bar{I}^+ \bar{m} \frac{l}{D} e_2.$$

Соответственно для обратной прогонки имеем

$$\bar{I}^- = \frac{r_i}{r_{i+1}} \bar{I}^+; \quad (15)$$

$$\bar{F}^- = \bar{F}^+ - \bar{I}^- \bar{m} \frac{l}{D} e_2.$$

После аналогичных рассуждений для сечения приложения сосредоточенной силы Q получены зависимости перерасчета значений

$$I^+ = I^-;$$

интегрируемых функций $F^+ = F^- + I^+ e_1 \frac{l}{D} Q.$

$$(16)$$

здесь e_1 – единичный вектор, $e_1 = \{1; 0\}$.

Пример результата расчетов РСР при крайнем положении хонинговальных брусков относительно типового образца показан на рис. 1.

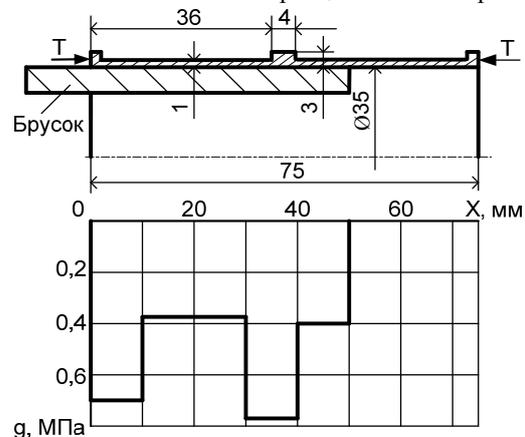


Рис. 1. Пример рассчитанных РСР при хонинговании

Исходные данные для расчетов: материал цилиндра Д16Т; исходная шероховатость поверхности отверстия – Ra 3,0 мкм; длина хонинговальных брусков – 75 мм; их характеристика АСР 80/63–100%–М1; давление разжима брусков – 0,4 МПа; зажим детали по торцам с усилием T 1кН.

Литература

1. Феодосьев, В. И. Сопротивление материалов: Учеб. для вузов. – 10-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1999. – 592 с.
2. Бидерман, В. Л. Механика тонкостенных конструкций – М.: Машиностроение, 1977. – 448 с.
3. Валишвили, Н. В. Методы расчета оболочек вращения на ЭЦВМ. – М.: Машиностроение, 1976. – 278 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УМЕНЬШЕНИЯ ВРАЩАТЕЛЬНЫХ МИКРОУСКОРЕНИЙ МАЛОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА «АИСТ»

Семкин Н.Д., Вергунец К.И.

Самарский Государственный Аэрокосмический Университет имени академика С.П. Королева (Национальный исследовательский университет)

Введение

В данной статье рассматривается моделирование процессов уменьшения вращательных микроускорений малого космического аппарата «Аист» с использованием конкретной теоретической модели и определенного схемного решения на базе микроконтроллерного управления, что позволяет расширить возможности системы (в том числе использовать разные законы компенсации микроускорений).

В настоящее время для проведения технологических экспериментов используются космические аппараты (КА) «Фотон» и «Бион», имеющие низкий уровень микроускорений. Однако, используемая конструкция не исключает влияния аэродинамического и гравитационного моментов, что было выявлено в ходе обработки данных измерений аппаратуры «Мираж», осуществлявшей мониторинг магнитного поля Земли на борту КА «Фотон-12» [1,2]. В статье рассматривается устройство, реализующее магнитный способ компенсации вращательных микроускорений, а также проведено его моделирование.

1. Уравнения, используемые при моделировании

1. Динамическое уравнение

Общее уравнение динамики КА относительно связанной системы координат $Ox\eta z$ запишем в форме динамического уравнения Эйлера [4]

$$\frac{\partial \vec{K}}{\partial t} + \vec{\omega} \times \vec{K} = \vec{M}_{ynp} + \vec{M}_g, \quad (1)$$

где \vec{K} – вектор кинетического момента КА, $\vec{\omega}$ – вектор абсолютной угловой скорости КА, \vec{M}_{ynp} и \vec{M}_g – векторы соответственно всех управляющих и возмущающих моментов, действующих на КА.

Правая часть динамического уравнения может быть записана в виде

$$\vec{M}_{ynp} = \vec{M}_{МИО}, \quad (2)$$

$$\vec{M}_g = \vec{M}_z + \vec{M}_a + \vec{M}_c + \vec{M}_m + \dots,$$

где $\vec{M}_{МИО}$ – вектор управляющего момента МИО, \vec{M}_z , \vec{M}_a , \vec{M}_c , \vec{M}_m , ... – векторы возмущающих моментов соответственно гравитационного, аэродинамического, давления солнечного излучения, от МПЗ (магнитного поля Земли) и др.

2. Основное уравнение управления

Принцип действия любой МС (магнитной системы) основан на взаимодействии магнитного

момента КА с МПЗ. Момент этого взаимодействия \vec{M}_{ynp} может быть записан так [4]:

$$\vec{M}_{ynp} = \vec{L} \times \vec{B}, \quad (6)$$

где \vec{L} – вектор магнитного момента КА, \vec{B} – вектор индукции МПЗ.

С учетом этого получим два выражения для демпфирующего магнитного момента в виде

$$\vec{L} = -\alpha \cdot [\vec{K}, \vec{B}] \text{ и } \vec{L} = -\alpha \frac{d\vec{B}}{dt}.$$

Таким образом, построение закона управления может быть выполнено только на основании информации об изменении величины \vec{B} , т.е. на основании показаний трехкомпонентного МД.

Модель движения ЦМ МКА была взята из [4]

2. Модель МПЗ. Движение МКА в МПЗ

Поле будем рассматривать в так называемой географической системе координат $CX_g Y_g Z_g$.

При моделировании воспользуемся моделью поля на основе теории разложения магнитного потенциала Земли в ряд по сферическим функциям.

В точке наблюдения составляющие вектора индукции МПЗ в географической СК (системе координат) представляют собой следующие выражения

$$B_{xg} = \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^n (I_n^m \cos m\lambda + i_n^m \sin m\lambda) \left(\frac{R_{\oplus}}{r}\right)^{n+2} \tilde{R}_n^m(\cos \theta),$$

$$B_{yg} = \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^n (I_n^m \sin m\lambda - i_n^m \cos m\lambda) \left(\frac{R_{\oplus}}{r}\right)^{n+2} \frac{m \tilde{P}_n^m(\cos \theta)}{\sin \theta},$$

$$B_{zg} = -\sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^n (I_n^m \cos m\lambda + i_n^m \sin m\lambda) \left(\frac{R_{\oplus}}{r}\right)^{n+2} (n+1) \tilde{P}_n^m(\cos \theta).$$

Здесь λ и θ – географические долгота и дополнение к широте точки наблюдения, I_n^m, i_n^m – постоянные коэффициенты, характеризующие внутренние источники МПЗ [4], $\tilde{P}_n^m(\cos \theta)$ – квазинормированный по Шмидту присоединенный полином Лежандра первого рода.

3. Модель возмущающих воздействий. Модель движения КА относительно ЦМ

Из всех возмущающих моментов, стоящих в правой части уравнения Эйлера, при моделировании будем учитывать гравитационный и аэродинамический, имеющий наибольшее влияние на динамику полета КА [5,6].

Гравитационный момент, действующий на КА, представляется в виде [4]

$$\overline{M_z} = 3 \frac{\mu}{r^3} \overline{J_z} \cdot \overline{J_z}, \begin{bmatrix} M_x^c \\ M_y^c \\ M_z^c \end{bmatrix} = 3 \frac{\mu}{r^3} \begin{bmatrix} f_{23} f_{33} (J_z - J_y) \\ f_{13} f_{33} (J_x - J_z) \\ f_{13} f_{23} (J_y - J_x) \end{bmatrix}$$

Составляющие аэродинамического возмущающего момента в вязанной СК имеют вид [3]

$$\begin{bmatrix} M_x^a \\ M_y^a \\ M_z^a \end{bmatrix} = -Q \begin{bmatrix} \frac{r_y^0}{V^a} \sum_{k=1}^3 V_k^a f_{k3} - \frac{r_z^0}{V^a} \sum_{k=1}^3 V_k^a f_{k2} \\ \frac{r_z^0}{V^a} \sum_{k=1}^3 V_k^a f_{k1} - \frac{r_x^0}{V^a} \sum_{k=1}^3 V_k^a f_{k3} \\ \frac{r_x^0}{V^a} \sum_{k=1}^3 V_k^a f_{k2} - \frac{r_y^0}{V^a} \sum_{k=1}^3 V_k^a f_{k1} \end{bmatrix},$$

Модель аппарата определим, полагая, что оболочка МКА представляет собой эллипсоид, и что молекулы воздуха при столкновении с ней испытывают абсолютно неупругий удар. Для свободномолекулярного потока при простой геометрии спутника будем полагать, что такое ограничение несущественно [5].

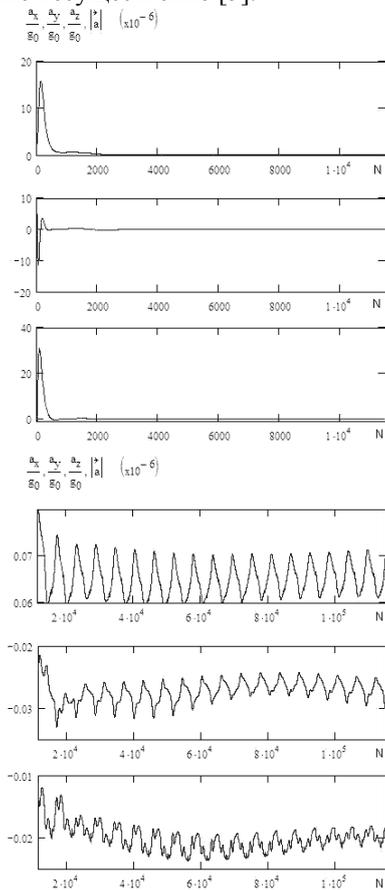


Рис.1. Микроускорения при работе системы компенсации

Вывод

Преимуществом разрабатываемого устройства является уменьшение диапазона возникающих на борту вращательных микроускорений, при этом возможна точная компенсация как медленно меняющихся ускорений от внешних факторов, так и резких изменений ускорения, связанных с работой бортовой аппаратуры. Также стоит отметить, что погрешность компенсации зависит, в данном случае, от разрядности АЦП и ШИМ, следовательно, от числа уровней квантования, а также уменьшения минимальной длительности импульса ШИМ, что соответствует увеличению разрядности в обоих случаях, что приведет к снижению инструментальной погрешности. Таким образом, с развитием элементной базы, технологии ее изготовления, возможно уменьшить инструментальную погрешность до очень малых значений, а наличие современных микропроцессоров и микроконтроллеров типа ATmega32L позволяют снижать методическую погрешность, в основном обусловленную, например, количеством членов в ряде, описывающем модель магнитного поля Земли.

Литература

1. Абрашкин В.И., Балакин В.Л., Белоконов И.В., Воронов К.Е., Иванов В.В., Семкин Н.Д., Сазонов В.В. Неуправляемое вращательное движение спутника «Фотон-12» и квазистатические микроускорения на его борту// Космические исследования.—2003, №1, —т.41. — 45-51с.
2. Абрашкин В.И., Балакин В.Л., Семкин Н.Д. и др. Определение вращательного движения спутника «Фотон-12» по данным бортовых измерений магнитного поля Земли, — 2000, — №60. (Препринт Института прикладной математики имени М.В. Келдыша РАН)
3. Конвективные процессы в невесомости / В.И. Полежаев, М.С. Белло, Н.А. Везуб и др. – М.: Наука, 1991. – 240с.
4. Коваленко А.П. Магнитные системы управления космическими летательными аппаратами – М.: Машиностроение, 1975 – 248с.
5. Разработка методики выбора проектных параметров бортовых средств управления внутренними возмущениями КА «Фотон» в неориентированном орбитальном полете: научно-технический отчет; рук. В.В. Сазонов; исполн. В.В. Сазонов, М.М. Комаров, С.Ю. Чебуков – М., 2006. – 56 с.
6. Белецкий, В.В. Движение искусственного спутника относительно центра масс – М.: Наука, 1965 – 416с.

СЕКЦИЯ 3

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ (В ПРИКЛАДНЫХ ОБЛАСТЯХ)

РАЗРАБОТКА КОРПОРАТИВНОГО ПОРТАЛА СТРАХОВОЙ КОМПАНИИ

Киселева Д. А., Соколова В. В.
Томский политехнический университет
mydream@sibmail.com

Нестабильность экономической ситуации в РФ стимулирует компании к страхованию бизнеса от возможных потерь, кроме этого, вступление в силу с 1 июля 2003 года Федерального закона «Об обязательном страховании гражданской ответственности владельцев транспортных средств» и ежегодное увеличение количества автомобилей также заставляет людей страховать свое имущество. Таким образом, рынок страховых услуг является растущим рынком.

В настоящее время более 100 российских страховых компаний представлены в сети Интернет, однако, веб-сайты большинства из них выполняют лишь представительские функции и содержат только общую информацию о компании и предлагаемых услугах. В нашей стране возможности сети Интернет для предоставления услуг в режиме он-лайн в полной мере используют только три страховые компании: «Ренессанс-Страхование», «Ингосстрах» и «РОСНО». Основными преимуществами данного вида услуг являются: сокращение времени на оформление всех необходимых документов и более низкая цена страхового полиса, так как она не содержит наценку страхового агента.

В городе Томске нет ни одной страховой компании, предоставляющей свои услуги через Интернет, поэтому было решено разработать корпоративный портал для СК «УралСиб». Целью создания данного портала является обеспечение информационного присутствия страховой компании в сети Интернет, привлечение новых клиентов и предоставление услуг Интернет-страхования в оперативном режиме.

При проведении сравнительного анализа были выявлены сильные и слабые стороны конкурентов, учитывая которые были сформулированы основные задачи функционирования портала.

1. Информационные задачи.

Сайт должен предоставлять пользователям доступ к информации:

- о компании (её миссии, истории, кадровому составу);
- о направлениях деятельности компании;
- о дополнительных офисах (размещение, контакты, схема проезда, время работы);
- о новостях и событиях компании;
- о партнерах компании;
- о списке документов, необходимых для оформления полиса;
- о действиях страхователя при наступлении страхового случая;

- о действиях страхователя, которые необходимо избежать при наличии страхового случая;
- о перечне часто задаваемых вопросов.

2. Функциональные задачи.

Сайт должен предоставлять возможность: предварительного расчета страховой премии; загрузки необходимых бланков заявлений; скачивания инструкции и памятки; оформления полиса ОСАГО и заказа его доставки; консультирования по вопросам, интересующих клиента; подачи заявки на оформление справки о предыдущем полисе.

Организационная структура страховой компании является линейной, при которой руководители различных подразделений подчиняются вышестоящему руководителю и каждый отдел отвечает за конкретные виды страхования, поэтому электронные документы, поступающие с портала, также будут обрабатываться конкретным отделом страхования, при этом работа отдела продолжает координироваться и контролироваться начальниками отделов.

Предполагается, что количество полисов, оформленных через сайт, будет не менее 600 в месяц. Получить полис можно будет двумя способами:

клиент может получить полис ОСАГО в любом удобном для него офисе компании, выбрав его на сайте;

клиент может заказать доставку полиса в пределах города Томска с 9:00 до 18:00.

Процедура оформления страхового полиса включает в себя несколько этапов (рис. 1). Во-первых, клиент рассчитывает стоимость полиса ОСАГО, заполняет информацию о себе, о собственнике, если он им не является, формирует список водителей, если количество лиц, допущенных к управлению транспортным средством (ТС), ограничено. Далее указывает, каким способом и в какое время он желает получить страховой полис: на руки или в офисе. Затем выбирает способ оплаты: наличными агенту, через кассу или через систему дистанционного банковского обслуживания. Вся информация поступает страховому агенту, которому предстоит только проверить через клиентскую базу наличие страховых выплат, если клиент указал предыдущий полис «УралСиб», и распечатать полис на специальном бланке

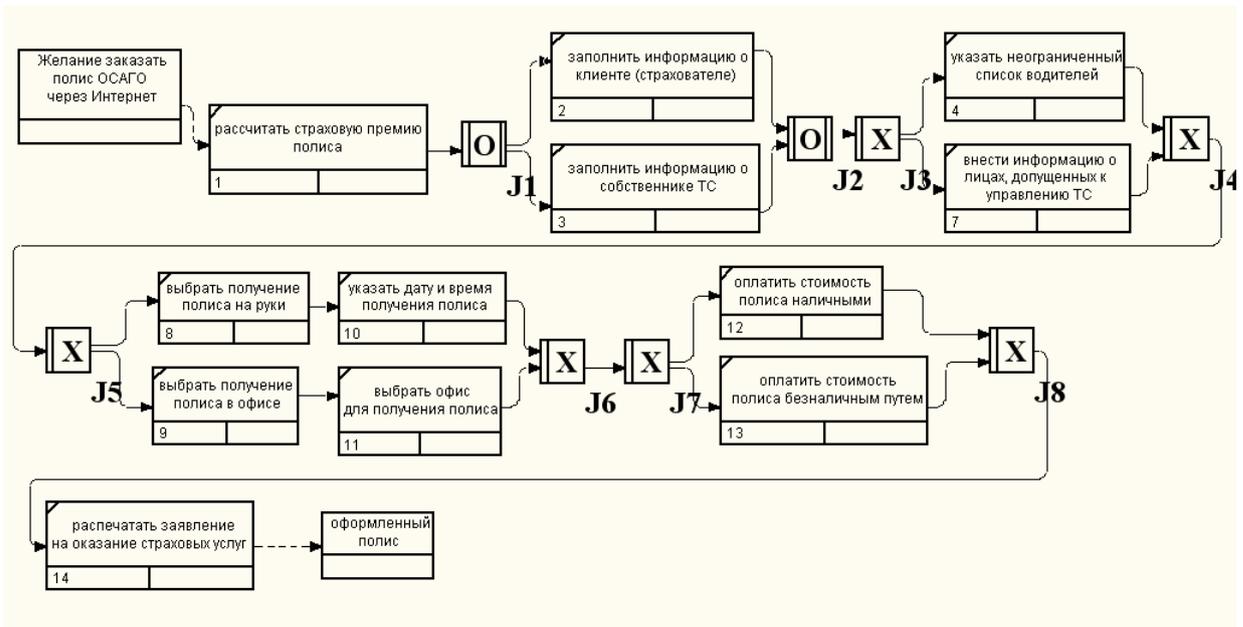


Рис. 1. Процедура оформления страхового полиса через портал

В качестве программного средства для создания портала страховой компании был выбран продукт Adobe Dreamweaver CS4. Дизайн портала был выдержан согласно корпоративному стилю страховой компании «УралСиб» (рис. 2).

Результатом работы является создание корпоративного портала, отвечающего требованиям заказчика – руководства страховой компании. Возможность оформления страхового полиса с помощью персонального компьютера с доступом к сети Интернет освободит клиентов от

необходимости лично приходить в отделение компании и существенно ускорит процесс оформления всех необходимых документов. Учитывая тот факт, что рынок страховых услуг является растущим, можно утверждать, что данный портал способен принести дополнительную прибыль компании, увеличить объем заключенных договоров, а также положительно повлиять на имидж страховой компании.



Рис. 2. Дизайн главной страницы портала страховой компании

РАЗРАБОТКА КОНФИГУРАЦИИ, АВТОМАТИЗИРУЮЩЕЙ ПРОЦЕСС АУДИТА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Райманова Э. В., Соколова В. В.
Томский политехнический университет
elva@sibmail.com

В настоящее время вопросы юридической ответственности за незаконное использование предприятиями программного обеспечения (ПО) становятся все более актуальными. Проблема легализации связана с непониманием того, каким образом ПО должно учитываться, с отсутствием перечня лицензионного ПО и документов, подтверждающих законность его приобретения и использования.

Если предприятие небольшое, то выявить нелегальное ПО не составит особого труда, но на крупных промышленных предприятиях, таких как ОАО «ГМЗ», требуется поддержка постоянного аудита ПО. В связи с этим, было принято решение о создании автоматизированной системы легализации ПО на предприятии.

Основной целью создания данной системы является минимизация юридических рисков при использовании программ для ЭВМ, а также снижение финансовых затрат на покупку прав использования ПО, что ведет за собой законность, «прозрачность» и укрепление авторитета компании перед поставщиками в данной сфере.

Задача создания системы легализации ПО заключается в автоматизации процесса инвентаризации лицензий на ПО, установленного на компьютерах сотрудников предприятия, что позволит уверенно ответить на любой вопрос проверяющих органов и предоставить необходимые документы, подтверждающие легальность его использования.

Для проведения инвентаризации был рассмотрен процесс аудита ПО, ответственным за процесс был назначен заместитель начальника отдела АСУ. Данный процесс включает в себя следующие подпроцессы:

1. Разработка списка ПО на предприятии.
2. Составление реестра ПО.
3. Подпись реестра ПО ответственным за процесс.

4. Работа с нарушениями во время аудита.

Последний из этапов включает в себя следующие шаги: выявление нарушений сотрудниками отдела АСУ, поступление информации о нарушениях к ответственному за процесс и к начальнику отдела, принятие решения об ответственности сотрудников и исправление нарушений сотрудниками отдела.

После проведения реинжиниринга процесса аудита ПО было выполнено 6 этапов для осуществления его автоматизации.

1. Выбор средства инвентаризации ПО.

Для создания конфигурации «Лицензирование ПО» была выбрана современное средство бухгалтерского учета «1С: Предприятие 8.2».

2. Развертывание программного комплекса.

Данный этап включает в себя создание необходимых справочников, документов и сбор следующей справочной информации:

- 1) перечень ПО, установленного на предприятии;
- 2) список групп пользователей;
- 3) перечень пользователей;
- 4) список «хостов»;
- 5) программный минимум для пользователей различных категорий.

Для сбора данной системной информации была создана обработка «Аудит ПО», которая осуществляет автоматическое заполнение справочников и документов (рис. 1). Одним из важных этапов управления лицензиями является проведение инвентаризации. Обработка автоматически заполняет документы «Инвентаризация ПО» за период. С данным документом также создаются документы «ПК и ПО» для выбранных или всех компьютеров. В документе «ПК и ПО» собрана информация обо всем ПО, установленном на определенном компьютере. Таких документов может быть создано несколько за одну инвентаризацию.

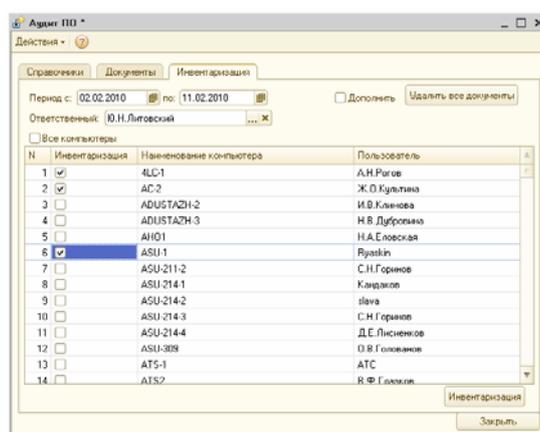


Рис. 1. Форма обработки «Аудит ПО»

Информация о пользователях собирается из Active Directory. Выполняется подключение к базе

данных предприятия (MS SQL) и рассылка модулей сбора информации с использованием процедур удаленного управления. В результате этого можно получить любые данные о пользователях, компьютерах и установленном ПО. Если можно извлечь информацию о ключах и лицензиях из базы данных предприятия, то она будет записываться в справочники автоматически.

В конфигурации «Легализация ПО» были созданы соответствующие справочники, дополненные необходимыми реквизитами для получения всей необходимой информации.

3. Сбор и предоставление правоустанавливающих документов, на основе которых будет занесена информация о лицензиях.

В целом необходимо было собрать и проанализировать следующие данные:

- 1) документы, подтверждающие легальность ПО;
- 2) договоры о приобретении ПО;
- 3) лицензии на использование бесплатного ПО;
- 4) договоры на разработку ПО;
- 5) счета-фактуры на приобретение ПО;
- 6) рекомендации и приказы о легализации ПО.

Также на предприятии имеется собственное ПО, которое было создано по договорам, и ПО, которое было создано работником. Во втором случае, лицензии на ПО нужно было оформить надлежащим образом, создав следующие документы:

- 1) приказ руководителя, утверждающий служебное (техническое) задание на создание программы;
- 2) документ, подтверждающий введение данного ПО в эксплуатацию;
- 3) бухгалтерские документы (счет-фактура).
4. Внесение справочной информации и информации о документах в программный комплекс инвентаризации (конфигурацию).

С целью эффективного управления

программным обеспечением необходимо, чтобы имеющаяся в бумажном виде информация была перенесена в конфигурацию, а электронная информация занесена корректно.

В результате получим единую базу данных подтверждающих документов с привязкой к конкретному ПО и рабочим станциям.

5. Сопоставление установленного ПО и подтверждающих документов.

На данном этапе проводится полный анализ указанных выше документов и создаются электронные отчеты:

- 1) отчет о ПО, у которого закончился срок лицензии или отсутствует лицензия;
- 2) отчет о новом установленном ПО на определенную дату с информацией о пользователе и рабочей станции;
- 3) отчет о ПО, который не входит в реестр (рис. 2);
- 4) отчет о ПО, введенного в эксплуатацию на определенную дату;
- 5) отчет о ПО, приобретенного и списанного на определенную дату.

Все эти отчеты можно сформировать как для отдельных компьютеров так и для всех сразу.

6. Принятие решений по вопросам использования ПО.

На заключительном этапе происходит разработка единой методики приобретения, постановки на учет, инвентаризации ПО и описание этой методики в форме регламентных документов. Также принимаются решения об удалении нелегитимного ПО или об устранении пробелов в правоустанавливающих документах, назначение и разграничение ответственности.

В результате была разработана конфигурация, которую можно использовать для проведения эффективного аудита программного обеспечения на предприятии.

Компьютер	Пользователь	Наименование ПО	Версия
4LC-1	А.Н.Рогов	Кол-во: 0	
4LC-2	Ж.О.Культяна	Кол-во: 23	
		MSXML 6.0 Parser (KB933579) [Русский]	6.10.1200.0
		ESET NOD32 Antivirus [Русский]	3.0.650.0
		Microsoft Office Word Viewer 2003 [Русский]	11.0.6412.0
		Microsoft Office Excel Viewer 2003 [Русский]	11.0.6412.0
		Adobe Flash Player ActiveX	9.0.115.0
		K-Lite Codec Pack 4.1.0 (Full)	4.1.0
		Windows Genuine Advantage Validation Tool (KB892130)	1.7.0059.1
		Java(TM) 6 Update 3	1.6.0.30
		MSXML 4.0 SP2 (KB936181)	4.20.9848.0
		OpenOffice.org 2.3 [Русский]	2.3.9238
		Microsoft Office PowerPoint - средство просмотра 2003 [Русский]	11.0.6458.0
		Alt-N ComAgent	7.2.3
		Windows Installer 3.1 (KB893803)	2
		Adobe Reader 7.0.5 - Russian [Русский]	7.0.5
		Windows Media Hotfix - KB895181	
		CCleaner (remove only)	
		Total Commander (Remove or Repair)	
		Realtek AC'97 Audio	
		7-Zip 4.56 beta	
Remote Control Pro			
Windows Media Format SDK Hotfix - KB896097			
Windows Media Player 10 Hotfix - KB888656			
UltraVNC v1.0.2	1.1.0.2		
ADUSTAZH-2	И.В.Климова	Кол-во: 0	

Рис. 2. Отчет «Не входящие в реестр ПО»

ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОТЧЕТНЫХ ДОКУМЕНТОВ ДЛЯ ПОЛИКЛИНИКИ КАРДИОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

Малахова Е. С., Чудинов И.Л.

Томский политехнический университет.
angel_of_dark@tpu.ru

Внедрение вычислительной техники происходит повсеместно. Предприятия используют компьютеры для оптимизации выполнения различных процессов, и не только вычислительных, для хранения различных данных, для осуществления контроля за производством. Медицинские учреждения не являются исключением. Однако во многих отраслях используются морально и физически устаревшие программные комплексы. Например, поликлиника Кардиологический центр осуществляет свою работу посредством DOS-приложения, разработанного с использованием FoxPro 2. В базе данных поликлиники кардицентра хранится информация о посещениях больных, личная информация пациентов, данные о проведенных обследованиях, анализах, о перенесенных заболеваниях. На основе хранящихся данных составляются отчетные документы: половозрастной состав обратившихся, исходы лечения, отчеты по диспансеризации, списки обратившихся и пролеченных людей и др. В базе данных имеются классификаторы врачей, льгот, процедур, улиц, подразделений, регионов и др. Существовавшее приложение осуществляло все необходимые функции поликлиники кардицентра: ввод различной информации (о пациентах, об амбулаторных пациентах, о стационаре), так же предусмотрен ввод информации пачками, формирование отчетных документов, заполнение табеля врача, создание резервной копии, составление и редактирование необходимых классификаторов. С течением времени изменяются требования к составу и содержанию отчетных документов. В связи с этим целесообразно провести анализ типов отчетов и осуществить их перенос в усовершенствованную среду формирования отчетов. В результате анализа существующей информационной системы поликлиники кардиологического центра (ИС ПКЦ) было выявлено, что в результате работы кардиологического центра формируются нескольких типов отчетных документов. Их можно условно разделить на группы:

- Отчеты составленные на основе одной или двух таблиц, данные из которых отбираются по одному критерию: список пациентов поликлиники, заболеваемость по данным обращаемости/общая заболеваемость, выбрать с пометкой о внеплановой медицинской помощи.
- Отчеты составленные на основе одной или двух таблиц, данные из которых отбираются по нескольким критериям: заболеваемость по данным обращаемости/по врачу и диагнозу, списки по категориям пациентов.

- Отчеты предоставляющие сводную информацию о пациентах в целом: исходы лечения, отчет об объеме поликлинической помощи, количество посещений по данному врачу, отчет о диспансеризации (по нескольким видам заболеваний и нескольким типам пациентов), отчеты по нетрудоспособности, сводные данные о деятельности поликлиники, отчеты по УКЛ, сводка по операторам.

Формирование данных отчетных документов могут вызывать некоторые затруднения при их формировании: пользователю постоянно необходимо указать интересующие его данные, не всегда получается верно указать необходимые критерии отбора, в некоторых случаях критерии отбора приходится уточнять последовательно, во многих отчетах используются поля для ввода информации, что так же существенно затрудняет формирование документов. В связи с изменившимися условиями использования компьютеров (новая операционная система и наличие корпоративной сети) целесообразно модернизировать информационную систему в направлении создания web-приложения, которое заметно бы упростило работу регистратуры поликлиники кардиологического центра. При этом необходимо перенести существующие отчетные документы на новую платформу. В частности требуется разработать приложение, позволяющее быстро, удобно и правильно сформировать отчетный документ необходимой формы, что намного облегчит работу кардицентра. В результате анализа структуры отчетных документов были выявлены сущности, необходимые для их формирования [рис.1.]. В основном они содержат информацию о пациенте, врачах, приемах врачей и лечении пациентов.

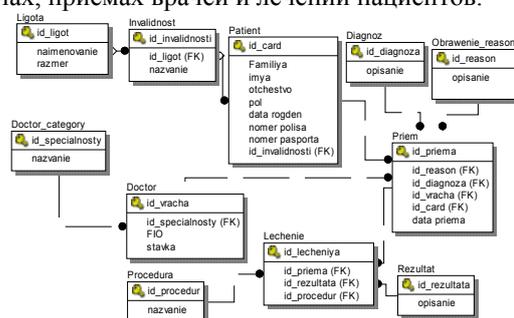


Рис. 1. Часть базы данных, используемая для составления отчетов

В качестве среды для разработки эквивалентных отчетных документов предлагается использовать приложение Oracle Application Express (APEX). Была разработана концептуальная информационная модель предметной области (КИМПО) и созданы необходимые для составления отчетов таблицы в

среде APEX. С учетом вышеизложенных решений был разработан прототип ИС ПКЦ в новой информационной программной среде. Главная страница - «Отчетные документы» [рис.2.].



Рис. 2. главная форма приложения

- ✓ Списки пациентов по категориям пациентов – списки пациентов по выбранной категории [рис.3.].

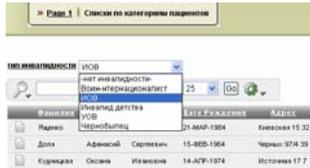


Рис. 3. Отчет «Списки пациентов по категориям»

- ✓ Заболеваемость по данным обращаемости – сводные данные обращения пациентов по выбранному диагнозу. Фамилия врача выбирается из выпадающего списка, в ответ на нажатие мыши в таблице отобразится список пациентов.

- ✓ Список пациентов, направленных на госпитализацию – список пациентов, которые были направлены на госпитализацию [рис.4.].



Рис. 4. Список пациентов направленных на госпитализацию

- ✓ Сводный отчет: «Льгота по лекарственному обеспечению» – сводные данные по обеспечению пациентов лекарственными средствами. К льготным категориям в данной предметной области относят инвалидов и участников ВОВ, чернобыльцев, инвалидов детства и воинов-интернационалистов. Запрос работает по следующей схеме: сначала весь список группируется по льготе, затем льгота сопоставляется с видами инвалидности, далее инвалидность сопоставляется с пациентами и происходит подсчет по каждой из льгот.

- ✓ Сведения о результатах лечения – данные о фактическом результате предоставленного лечения [рис.5.]. Для формирования отчета данные сначала группируются по значению поля «результату». Затем производится подсчет пациентов по каждому из исходов путем проверки соответствия «кода результата» в таблице «Результат» и в таблице «Лечение пациента». Далее эта информация выдается в виде сводной

таблицы, где ставится в соответствие достигнутый результат и количество таких случаев.



Рис. 5. Сведения о результатах лечения

- ✓ Сводные данные о причинах обращения – данные о количестве пациентов по выбранной причине посещения поликлиники [рис.6.]. Он содержит информацию о количествах обращений в кардиологический центр по определенным причинам. Все случаи посещений группируются по атрибуту «причина» и далее при совпадении кода причины обращения в таблице прием пациента и кода причины в таблице причина посещения ведется подсчет количества посещений по каждой из возможных причин.

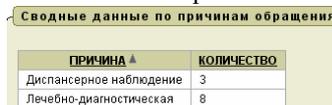


Рис.6. Сводные данные по причинам обращения

- ✓ Количество обращений по врачам – данные о количестве посещений по выбранному врачу.[рис.6.].



Рис. 6. Количество посещений по врачам

- ✓ Количество посещений специалиста – количество посещений врачей по выбранной специальности [рис.7.]. Существует так же возможность отображения не всех врачей сразу, а разделить по их специализации.

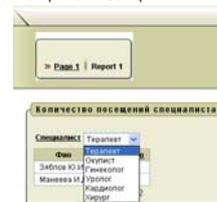


Рис. 7. Количество посещений специалиста

Пользователь имеет возможность увидеть не только количество посещений какого-либо врача, но и предоставляется возможность просмотреть статистику посещений различных специалистов, что может существенно помочь в анализе работы и загруженности того или иного специалиста.

ГЕНЕРАТОР ПРАКТИЧЕСКИХ И КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАЧ ПО ЧЁТКИМ И НЕЧЁТКИМ ОТНОШЕНИЯМ

Горошко Д.П., Седова Н.А.

Морской государственной университет им. адм. Г.И. Невельского
nelly@msun.ru

Введение

Изучаемый студентами вузов специальности 23010265 «Автоматизированные системы обработки информации и управления» раздел «Нечёткая логика» имеет важное прикладное значение, например, при разработке интеллектуальных систем управления технологическими системами на базе нечёткой логики, поэтому он включён в программу высшего образования. В процессе обучения важным аспектом является решение множества различных практических задач. Каждый преподаватель самостоятельно составляет базу задач для практических или контрольных занятий, при этом возникает несколько трудностей. Во-первых, преподавателю необходимо составить ряд однотипных задач, позволяющих сформировать у студентов соответствующие ассоциации, ряд контрпримеров, а также задач на новую тему, используя ранее изученный материал [1], что, естественно, требует существенных трудозатрат. Во-вторых, студенты, успешно изучившие теоретический материал и решившие практические задачи, делятся решениями со студентами своей группы, а также с младшими товарищами, только приступившими к изучению дисциплины. Таким образом, необходимо составить разнообразные контрольные задачи, которые не будут повторяться не только в группе, но и на протяжении нескольких лет.

Данная работа посвящена описанию разработанного программного комплекса, автоматически генерирующего практические и контрольные задания по чётким и нечётким отношениям. Для усвоения раздела «Нечёткие отношения» студентам необходимо научиться задавать нечёткие отношения, определять их основные свойства и характеристики, определять операции над двумя и более нечёткими множествами.

Использование разработанного генератора позволяет преподавателю составлять разнообразные задачи для практических занятий, а также индивидуальные варианты контрольных работ для каждого студента, при этом преподавателю не приходится тратить время на составление и решение задач, т.к. генератор предоставляет решение, а в отдельных случаях – ход решения.

Функциональные возможности генератора

При запуске программы появляется главная форма, в которой указана информация о программе, необходимый лекционный материал, список тем генерируемых задач, в

соответствующих темах можно самостоятельно ввести задачу, получив при этом решение, или сгенерировать задачи в необходимом количестве с нужными параметрами и ограничениями.

Генерируются практические и контрольные задачи по следующим темам:

1. способы задания чётких и нечётких отношений,
2. проверка свойств чётких и нечётких отношений,
3. определение операций (дополнение, пересечение, объединение, разность, симметрическая разность) над чёткими и нечёткими отношениями,
4. определение алгебраических и граничных операций пересечения и объединения над нечёткими отношениями,
5. определение дополнительных унарных операций над нечёткими отношениями (умножение на число и возведение в степень),
6. определение композиции двух нечётких отношений.

Программный комплекс позволяет задавать отношения случайным образом и вручную. На рис.1. представлена форма задания вручную бинарного нечёткого отношения. Необходимо вручную задать мощности множеств X , Y и Z и их элементы, после чего задать значения функции принадлежности (для удобства в качестве способа задания нечёткого отношения выбран матричный).

Ввод бинарного отношения

1) Введите множества:

Длина: X: 5, Y: 5, Z: 5

Множества: 1, 2, 3, 4

красный, синий, зелёный, оранжевый

автомобиль, самолёт, вертолёт, велосипед

2) Введите функцию принадлежности:

Бинарное отношение R:

	красный	синий	зелёный	оранжевый	чёрный
1	0	1	0.5	0.34	0.48
2	1	0	1	0.2	0.3
3	0.5	1	0	1	0.71
4	0.34	0.2	1	0	1
5	0.48	0.3	0.71	1	0

Ввод Отмена

Рис. 1. Форма задания бинарного нечёткого отношения вручную

В программном комплексе для всех сгенерированных задач реализована возможность сохранять результаты в текстовом документе посредством команд главного меню или

импортировать данные и результаты в Microsoft Office Excel с последующим сохранением в документе с расширением xls.

При случайной форме задания нечётких отношений необходимо задать только мощности соответствующих множеств, остальное производится автоматически.

На рис. 2. представлена форма генерации практических и контрольных задач для проверки девяти свойств бинарного нечёткого отношения, заданного матричным способом.

	14	18	2	17	17
14	0	0.6	0.4	0.3	0.5
18	0.2	0.5	0.5	0.3	0.5
2	0.1	0.7	0.2	0.2	0.6
17	0.4	0.1	0.3	0.1	0.2
17	0.6	0.4	0.8	0.1	0

Рис. 2. Форма генерации задач по определению свойств бинарного нечёткого отношения

После задания матрицы бинарного нечёткого отношения вручную или случайным способом и нажатия кнопки «Проверить» появляется сообщение с результатом определения выбранного пользователем свойства, как представлено на рис.3.

Рис. 3. Результат проверки свойства симметричности бинарного нечёткого отношения
Композиция является специфической операцией над нечёткими отношениями с обязательным условием, чтобы одно нечёткое отношение было задано на декартовом произведении $X \times Y$, а второе – на $Y \times Z$.

Форма определения операции композиции двух нечётких множеств представлена на рис. 4. В программном комплексе пока определяется только максимумная композиция [2], однако в дальнейшем планируется добавление других способов подсчёта композиции.

	16	19	5	6	0
6	0.3	0.2	1.0	0.7	0.7
5	0.1	0.2	0.3	0.9	0.1
10	0.2	0.2	0.9	0.1	0.6
18	0.6	0.2	0.2	0.3	0.8
8	0.2	0.5	0.2	1.0	0.8

	1	14	13	0	8
16	0.9	0.5	0.2	0.6	0.4
19	0.3	0.9	0.3	0.2	0.1
5	1.0	0.1	0.9	0	0.5
6	0.9	0.3	0.6	0	0.1
0	1.0	0.9	0.4	0.8	0.3

Рис. 4. Форма для определения композиции

На рис.5. представлен результат операции композиции двух нечётких отношений, заданных на рис.4.

	1	14	13	0	8
6	1.0	0.7	0.9	0.7	0.5
5	0.9	0.3	0.6	0.2	0.3
10	0.9	0.6	0.9	0.6	0.5
18	0.8	0.8	0.4	0.8	0.4
8	0.9	0.8	0.6	0.8	0.3

Рис. 5. Результат композиции нечётких отношений

Описанный генератор решает проблему составления практических и контрольных задач для студентов нескольких курсов.

Заключение

Разработанный генератор использовался в Морском государственном университете им. адм. Г.И. Невельского для составления практических и контрольных заданий для студентов нематематических специальностей.

Авторами предполагается дальнейшая доработка генератора, а также разработка генераторов по другим разделам дисциплины «Математическая логика и теория алгоритмов», в частности, нечётким высказываниям, нечётким предикатам и другим.

Литература

1. Груденов Я.И. Совершенствование методики работы учителя математики: Кн. для учителя. – М.: Просвещение, 1990. – 224 с.
2. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и FuzzyTECH – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 736 с

ДУБЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ ПРИ РЕШЕНИИ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ЗАДАЧ

Неволина С.С., Таскин А.С., Миркес Е.М.
Сибирский федеральный университет
cvetlanka86@mail.ru

Искусственные интеллектуальные системы в настоящее время находят огромное число разнообразных применений благодаря доступности и росту вычислительных возможностей компьютеров. Нейронные сети – это успешно развивающийся класс интеллектуальных систем, ориентированный на тиражирование опыта высококвалифицированных специалистов-экспертов в слабо формализованных областях, где качество принятия решений традиционно зависит от качества экспертизы (экономика, медицина и т.п.). Однако, при постановке нейросетевых задач специалисты в таких прикладных областях часто не могут выделить наиболее важные для решения задачи входные данные. Соответственно, возникает ряд вопросов:

1. Какие сигналы являются наиболее важными при решении нейросетевой задачи?
2. Какие сигналы несут дублирующую информацию?
3. Какой алгоритм обучения нейросети обеспечивает повышение устойчивости к искажению во входных данных.

В процессе обучения нейронная сеть способна оценивать влияние каждого из обучающих параметров на принятие решения (то есть определить степень важности отдельных признаков). Эта способность позволяет выявить информативность каждого признака по сравнению с остальными и оценить значимость признаков [1].

Вычисленные показатели значимости признаков позволяют анализировать вектор входных сигналов на избыточность. То есть, отбрасывая сигналы, показатель которых имеет маленькое значение для вычисления ответа, обучаем сеть без них и смотрим изменение ошибки. В том случае, когда значение ошибки укладывается в заданный интервал, таким признаками можно пренебречь (исключить из выборки), а когда результат вычисляется более точно, можно говорить о зашумлении выборки этими признаками.

Данная возможность нейронных сетей (оценка значимости признаков) позволяет решить еще одну проблему: облегчение процесса создания вопросника для решения конкретной задачи. То есть для начала можно сформировать обучающую выборку с большим количеством признаков, а затем нейроимитатор способен сам отранжировать их по важности и сократить список входных сигналов.

С помощью нейронных сетей можно автоматически минимизировать число обучающих признаков [2]. При этом сокращение множества

параметров и входных сигналов нейросети может преследовать несколько целей:

- упрощение специализированных технических устройств;
- сокращение объема используемой памяти и увеличение быстродействия нейросети при решении задачи;
- удешевление и упрощение сбора данных за счет отбрасывания наименее значимых;
- облегчение явной вербальной интерпретации процесса и результатов обработки данных.

В настоящее время реализован программный комплекс, представляющий собой программную модель сигмоидной нейронной сети двойственного функционирования [3]. Нейронные сети этого типа состоят из формальных нейронов (рис. 1).

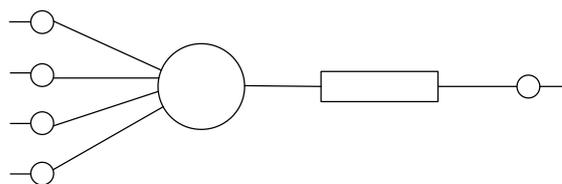


Рис. 1. Структурная схема формального нейрона

В программе используется тип обучения сети с учителем, когда для каждого набора данных, подаваемого в процессе обучения на вход сети, соответствующий выходной набор известен. Процесс обучения сети двойственного функционирования представляет собой оптимизацию функции оценки в пространстве подстроечных параметров.

В процессе работы программный комплекс позволяет производить следующие базовые операции:

1. Создание нейронной сети слоистой архитектуры с произвольным числом слоев и нейронов в слое.
2. Создание (сохранение, загрузка) обучающего множества.
3. Обучение нейронной сети решению задачи классификации.
4. Тестирование нейронной сети на файле данных, получение статистической информации о точности решения задачи.
5. Вычисление показателей значимости входных сигналов сети, сохранение значений показателей значимости.
6. Выбор алгоритма обучения, назначение требуемой точности прогноза, настройка нейронной сети.

В дальнейшем все эксперименты по данной работе будут проводиться именно с помощью этого программного комплекса.

Решать поставленную задачу необходимо с помощью такого метода, который позволил бы за меньшее количество итераций определять набор признаков, повышающих устойчивость системы к искажениям информации в условиях сокращения исходного числа входных параметров. В роли такого метода выступает предлагаемый ниже метод дублирования информации. Его теоретическому описанию и реализации при решении задач прогнозирования и классификации будут посвящены диссертационное исследование.

Для построения систем, обладающих устойчивостью к искажениям во входных данных, дублирование информации может сыграть существенную роль.

Суть идеи применения дублирующей информации состоит в том, чтобы создавать устойчивость системы путем дополнения минимального набора входных признаков признаками-дублерами. При этом дублировать можно как весь минимальный набор, так и отдельные признаки из его состава, а преимущество состоит в том, что исследователь определяет непосредственные признаки-дублеры за минимальное количество итераций, а не создает устойчивость системы к искажениям во входных данных посредством перебора признаков.

Этот способ повышения устойчивости системы к искажениям во входных данных путем дублирования информации из минимального набора признаков позволит решить следующие задачи.

1. Дублирование информации из минимального набора признаков позволит избежать потери части полезной информации, или информации, которая в процессе реализации методов минимизации перешла в разряд относительно незначимой, и сократить ограничения в использовании дополнительных априорных сведений о решаемой целевой задаче.
2. Решение задачи, основанное на минимальном наборе признаков, сопряжено с высокой степенью риска возникновения ошибок вычислений в случаях невнимательности исследователя (неумышленных искажений в данных). Дополняя же минимальный набор признаков соответствующими дублирующими признаками, вероятность искажений во всех данных сокращается, что снижает степень риска и повышает качество решения задачи.
3. Наличие в выборке признаков, дублирующей информацию из минимального набора, позволяет повысить надежность вычислений в условиях

наличия пробелов в данных. А при соответствующей аппаратной поддержке и восполнить эти пробелы с достаточной степенью достоверности.

4. На базе построенных наборов признаков (полном, дублирующем и минимальном) выстраивается иерархическая зависимость между наборами, что позволяет исследователю выбирать одну из трех баз данных в зависимости от критериев, предъявляемых к решению задачи и от технического и инструментального обеспечения.

Таким образом, решение задачи сводится к поиску признаков, дублирующих информацию из минимального набора параметров, и созданию алгоритмов формирования наборов повышающих устойчивость нейросетевой системы к искажениям информации во входных данных.

Имея достаточно простой набор элементов структуры, нейронные сети способны решать такие разнообразные задачи, как распознавание образов, прогнозирование, задачи обработки сигналов при наличии больших шумов и т.д. И можно сказать, что нейронные сети – это универсальный инструмент.

С точки зрения исследователя, они являются достаточно производительными и зависят лишь от производительности вычислительной машины. Нейронные сети также обеспечивают достаточно высокую устойчивость к ошибкам и на сегодняшний день являются дешевым продуктом. Поэтому применять технологии нейронных сетей выгодно, а разработка методов нейросетевого моделирования и анализа информации является актуальной задачей.

Литература

1. Определение значимости обучающих параметров для принятия нейронной сетью решения об ответе/ Гилев С.Е., Горбань А.Н., Миркес Е.М. и др. // Нейроинформатика и нейрокомпьютеры: Тезисы докладов рабочего семинара, 8-11 октября 1993 г. –Институт биофизики СО РАН.- Красноярск,1993. – С.8.
2. Горбань А.Н., Миркес Е.М. Кодирование качественных признаков для нейросетей /Тезисы докладов II всероссийского семинара «Нейроинформатика и ее приложения»//КГТУ.- Красноярск,1994. – С.29.
3. Миркес Е.М., Неволлина С.С., Сиротинина Н.Ю. Разработка программного обеспечения для учебно-методического комплекса дисциплины «Нейрокомпьютерные системы»//Повышение качества высшего профессионального образования: материал Всероссийской науч.-метод. конф.//ИПК СФУ.-Красноярск,2009.-Ч.1.- С.140-143.

1С: ПРЕДПРИЯТИЕ 8. РАСШИРЕНИЕ ДЛЯ КАРМАННЫХ КОМПЬЮТЕРОВ

Е.П. Шаповалова, В.В. Соколова
Томский политехнический университет
elena_pavlovna@sibmail.com

Введение

Встроенный язык системы «1С: Предприятие 8. Расширение для карманных компьютеров» предназначен для описания алгоритмов функционирования приложения на мобильных устройствах. Встроенный язык обладает некоторыми объектно-ориентированными возможностями, например, правила доступа к свойствам и методам специализированных типов данных (документам, справочникам и т.п.) подобны свойствам и методам объектов, используемых в других объектно-ориентированных языках.

Программные модули в мобильном приложении системы «1С: Предприятие 8. Расширение для карманных компьютеров» не являются самостоятельными программами в общепринятом понимании этого слова, поскольку они являются только частью всего приложения. Программный модуль – это текст на встроенном языке, в котором размещены тексты процедур и функций с необходимыми алгоритмами, вызываемые системой во время работы в определенные моменты. Место размещения конкретного программного модуля предоставляется редактором в тех точках приложения, которые требуют описания специфических алгоритмов функционирования. Эти алгоритмы следует оформлять в виде процедур или функций, которые будут вызваны самой системой в заранее предусмотренных ситуациях (например, при нажатии кнопки в диалоговом окне). Каждый отдельный программный модуль воспринимается системой как единое целое, поэтому все процедуры и функции программного модуля выполняются в едином контексте.

Схема взаимодействия мобильного клиента с информационной базой «1С: Предприятие 8».

Взаимодействие компонент продукта с информационной базой 1С:Предприятия 8 показано на рисунке 1.



Рис. 1. Схема взаимодействия мобильного клиента с ИБ «1С: Предприятие 8»

Редактор мобильных приложений использует метаданные конкретной конфигурации 1С:Предприятия 8 для построения мобильного приложения. Созданное мобильное приложение хранится в информационной базе 1С:Предприятия 8. Способ хранения определяется разработчиком прикладных решений. Сервер мобильных приложений осуществляет передачу данных от информационной базы 1С:Предприятия 8 мобильному приложению и обратно. При необходимости сервер мобильных приложений получает из информационной базы 1С:Предприятия 8 актуальное мобильное приложение и передает его платформе исполнения мобильных приложений.

Основные объекты платформы «1С:Предприятие 8. Расширение для карманных компьютеров»

• Редактор мобильных приложений.

Фактически это среда разработки, функционирующая на персональном компьютере и включающая средства визуального проектирования форм приложения и встроенный язык, сходный с языком «1С:Предприятие 8.0», для описания бизнес-логики программы.

• Платформа исполнения мобильных приложений.

Платформа исполнения мобильных приложений обеспечивает исполнение мобильных приложений, разработанных при помощи редактора мобильных приложений.

• Сервер мобильных приложений.

Сервер мобильных приложений обеспечивает связь платформы исполнения мобильных приложений с информационными базами «1С:Предприятие 8.0».

Методы менеджера мобильных приложений

Мобильное приложение использует методы менеджера, когда данные методы вызываются сервером или редактором мобильных приложений. Реализация данных методов выполняется прикладными разработчиками в конфигурации информационной базы «1С: Предприятия 8». При необходимости сообщить вызывающему приложению об ошибке, возникшей при выполнении метода менеджера мобильных приложений, следует использовать оператор ВызватьИсключение().

В описании методов используются как русские, так и англоязычные наименования методов. Сервер и редактор мобильных приложений осуществляют вызов методов, исходя из свойства конфигурации «1С: Предприятия 8» «Вариант встроенного языка». Если значение данного свойства – «русский», то производится

вызов метода по его русскому наименованию, иначе – по англоязычному.

- Выполнить аутентификацию (Authenticate)
Функция ВыполнитьАутентификацию (ИмяПользователя, КодМобильногоКомпьютера, ПарольПользователя)

Метод выполняет аутентификацию мобильного пользователя в информационной базе «1С: Предприятия 8».

- ПолучитьДанные (GetData)
Функция ПолучитьДанные (ИмяПользователя, КодМобильногоКомпьютера, НачальнаяИнициализацияИБ, ПараметрОбмена)

Параметры:

НачальнаяИнициализацияИБ. Тип – булево. Признак необходимости начальной инициализации информационной базы мобильного приложения.

Параметр обмена. Тип – строка, число, булево. Содержит значение, установленное свойству ПараметрОбмена для параметров сеанса обмена на стороне мобильного приложения.

- ЗаписатьДанные (WriteData)
Процедура ЗаписатьДанные (ИмяПользователя, КодМобильногоКомпьютера, ДанныеМобильногоПриложения, ПараметрОбмена)

Метод выполняет запись данных, полученных от мобильного приложения, в информационную базу «1С: Предприятия 8».

Параметры:

ДанныеМобильногоПриложения. Тип – строка. Содержит файл обмена данными с мобильным приложением в виде строки.

- ЗарегистрироватьПолучениеДанных (RegisterDataReceipt)

Процедура

ЗарегистрироватьПолучениеДанных (ИмяПользователя, КодМобильногоКомпьютера, ПараметрОбмена)

Вызов метода сервером мобильных приложений осуществляется при успешном конце сессии связи и означает факт получения данных мобильным приложением.

Если при выполнении данного метода возникает ошибка, то сеанс обмена не завершается и информационная база мобильного приложения остается в том состоянии, в котором находилась до начала процесса обмена.

- ПолучитьМобильноеПриложение (GetMobileApplication)
Функция ПолучитьМобильноеПриложение (ИмяПользователя, КодМобильногоКомпьютера, ПараметрОбмена)

Возвращаемое значение:

Мобильное приложение. Тип – строка. Содержит файл мобильного приложения в виде кодированной строки.

- ЗаписатьМобильноеПриложение (WriteMobileApplication)
Процедура ЗаписатьМобильноеПриложение (ИмяМобильногоПриложения, ВерсияМобильногоПриложения, МобильноеПриложениеСтрокой, ИспользуемыеМетаданные)

Метод выполняет запись мобильного приложения и перечня объектов метаданных, используемых мобильным приложением, в информационную базу «1С: Предприятия 8».

Параметры:

ИмяМобильногоПриложения. Тип – строка. Имя мобильного приложения, как оно определено в редакторе мобильных приложений.

ВерсияМобильногоПриложения. Тип – строка. Версия мобильного приложения, как она определена в редакторе мобильных приложений.

МобильноеПриложениеСтрокой. Тип – строка. Содержит файл мобильного приложения в виде кодированной строки.

ИспользуемыеМетаданные. Тип – строка. Содержит xml-файл в виде строки с перечнем метаданных, используемых мобильным приложением.

- ВерсияМобильногоПриложенияСуществует (MobileApplicationVersionExists)

Функция

ВерсияМобильногоПриложенияСуществует (ИмяМобильногоПриложения, ВерсияМобильногоПриложения)

Метод выполняет проверку наличия в информационной базе «1С: Предприятия 8» указанной версии мобильного приложения.

Заключение

Программный продукт "1С:Предприятие 8 Расширение для карманных компьютеров" обеспечивает возможность работы с данными информационных баз 1С:Предприятия 8 на карманных компьютерах и коммуникаторах, а также на персональных компьютерах не имеющих прямого доступа к информационным базам 1С:Предприятия 8. Использование этого продукта актуально для настоящего времени. Именно поэтому было разработано мобильное приложение для учета исходящих звонков. В дальнейшем планируется продолжать разработку мобильных приложений с помощью программного комплекса "1С:Предприятие 8 Расширение для карманных компьютеров".

Литература

1. 1С: Предприятие 8. Расширение для карманных компьютеров. Руководство пользователя. - Москва: Фирма «1С», 2007.- 61 с.
2. 1С: Предприятие 8. Расширение для карманных компьютеров. Описание встроенного языка. - Москва: Фирма «1С», 2007.- 298 с

ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ПРИ ЗАПОЛНЕНИИ ПРОБЕЛОВ В ТАБЛИЦАХ ДАННЫХ

А.С. Таскин, С.С. Неволлина
Сибирский федеральный университет
and0000@inbox.ru

Введение

Задача восстановления данных может считаться одной из наиболее сложных задач, она требует тщательного исследования исходного набора данных и методов, подходящих для анализа.

Заметим, что эта задача заведомо некорректна и не может быть решена без дополнительных предположений. Например, это могут быть предположения о зависимости данных внутри исследуемой задачи. Одним из самых популярных линейных методов заполнения пробелов в данных является линейная регрессия.

Линейная регрессия – это метод, позволяющий аппроксимировать зависимость между несколькими входными и одной выходной переменной. Модель линейной регрессии описывается гиперплоскостью. Коэффициенты уравнения линейной регрессии подбираются так, чтобы минимизировать сумму квадратов отклонения реальных точек данных от этой гиперплоскости [1] вдоль оси целевого (вычисляемого) признака. Широкое применение линейной регрессии обусловлено тем, что большое количество реальных процессов в экономике и бизнесе можно с достаточной точностью описать линейными моделями [1].

На практике часто применяют комбинированные методы, сочетающие в себе достоинства и нейтрализующие недостатки базовых методов [2]. Для повышения точности результатов восстановления данных, в данной работе предлагается применить предварительную кластеризацию данных.

Кластеризация – это объединение объектов или наблюдений в непересекающиеся группы, называемые кластерами, на основе близости значений их атрибутов (признаков). Чаще всего при анализе данных они представляются как облако точек в n -мерном пространстве (n – количество признаков), а их координаты задаются значениями соответствующего признака. При таком подходе естественной является кластеризация на основе взаимного расположения точек-объектов в пространстве. При этом кластеры формируются на основе сгущений точек. Однако в данной работе предлагается принципиально другая процедура выделения кластеров.

Линейная регрессия с предварительной кластеризацией (ЛРК)

Для выделения кластеров необходимо, в первую очередь, выбрать признаки, и по их значениям разделить выборку на кластеры –

один кластер попадут объекты с одинаковым значением данного признака (рис. 1). Такие признаки должны обладать следующими свойствами:

1. дискретность значений
2. небольшое количество значений

Эти требования возникают из соображений о том, что кластеров, полученных по значениям одного признака, не должно быть слишком много. Иначе количество объектов, им принадлежащих, будет весьма мало. Этот фактор может негативно сказаться на точности прогноза по такому «малому» кластеру.

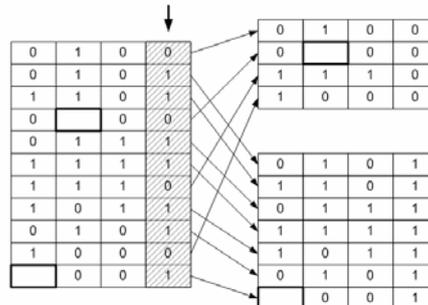


Рис. 1. Выделение кластеров по значению признака

После того, как для текущего объекта определены кластеры, в которые он входит, требуется найти «лучший» из них – тот, по которому далее будет проводиться регрессионный анализ.

Качество кластера определяется по результатам скользящего контроля метода линейной регрессии на выбранном кластере. Скользящий контроль – это процедура контроля универсальности метода, его способности обобщать. При проведении скользящего контроля из обучающего множества поочередно исключается одна строка, затем на оставшихся проводится обучение (в данном случае строится линия регрессии), а тестирование происходит на исключенной строке:

$$X^N : X^i \cup (X^N / X^i), i=1...N$$

где N – количество объектов в выборке;

X^N – множество данных;

X^i – тестовое множество (строка);

X^N / X^i – обучающее множество.

Результаты скользящего контроля оценивались по значениям ошибок классификации и прогнозирования. Ошибка классификации – количество «промахов» при определении классов значений. Считается, что класс значения определен верно, если предсказанное значение ближе к истинному значению, чем к любому

другому значению из множества возможных дискретных значений этого кластера. Ошибка прогнозирования – это квадрат расстояния прогнозируемого значения от эталонного.

Для решения задачи поиска признака, кластеризация по которому наиболее эффективна, каждый из классов подвергался процедуре скользящего контроля, и фиксировались полученные результаты ошибки классификации и прогнозирования. Далее проводилось ранжирование классов по возрастанию их «качества». Под понятием «качества» подразумевается оценка того, насколько хорошо признаки объектов выражаются через их другие признаки. В данной работе критерием определения «качества» класса является величина средней ошибки классификации, приходящейся на объект класса.

Тестирование метода на медицинской базе

Таблица данных отображает истории болезней пациентов, перенесших инфаркт миокарда. Так как для тестирования методов требуется обучающая выборка без пробелов, было принято решение минимизировать количество пробелов в таблице. Для этого были удалены признаки (столбцы), имеющие менее половины заполненных значений. Затем были удалены объекты (строки), содержащие хотя бы одно незаполненное значение. Таким образом, была сформирована таблица, которая использовалась для тестирования методов и их модификаций. Смысловые значения признаков представлены в табл. 1.

Таблица 1. Смысловые значения признаков

Признак (столбец)	Расшифровка
1	Возраст
2	Пол
с поля 3 по поле 55	Поля отражают течение инфаркта миокарда, лабораторные изменения, ЭКГ-измерения, проводимое лечение (кроме тромболитической терапии)
56	Летальный исход
57	Группа лечения пациентов тромболитическими препаратами: 2 – АКТИЛИЗЕ (дорогостоящий препарат) 1 – СТРЕПТОКИНАЗА (недорогой препарат) 0 – пациенты не получившие этот вид лечения

В итоговой таблице 247 строк, 57 столбцов, 14079 значений и нет пробелов (пропусков). В ходе численного эксперимента проводилось сравнение рассматриваемого метода линейной регрессии с предварительной кластеризацией и «классической» линейной регрессии. Сравнение осуществлялось по значениям ошибок прогнозирования и классификации, полученных проведением скользящего контроля (табл. 2) и

теста обучающего множества (табл. 3). Тест обучающего множества – способ контроля метода, при котором, в отличие от скользящего контроля, тестовый пример используется при построении линии регрессии, то есть входит в обучающее множество.

Таблица 2. Сравнительные результаты применения методов (скользящий контроль)

ошибка	линейная регрессия		линейная регрессия с кластеризацией	
	значение ошибки	в %	значение ошибки	в %
класс. *	1613	11,3	1735	12,1
прогн. **	3062	-	3946	-

* классификации

** прогнозирования

Таблица 3. Сравнительные результаты применения методов (тест обучающего множества)

ошибка	линейная регрессия		линейная регрессия с кластеризацией	
	значение ошибки	в %	значение ошибки	в %
класс. *	915	6,4	618	4,3
прогн. **	1713	-	1258	-

* классификации

** прогнозирования

На данной задаче линейная регрессия с кластеризацией показала несколько лучшие результаты по сравнению с линейной регрессией.

Заключение

Предложен комбинированный метод заполнения пробелов в таблицах данных, основанный на кластеризации по значениям признаков выборки и последующим применением линейной регрессии к сформированным кластерам. Проведена апробация метода на таблице естественных данных, обнаружено преимущество в точности восстановления данных предложенного метода по сравнению с «классической» линейной регрессией.

Литература

1. Технологии анализа данных. Линейная регрессия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.basegroup.ru/glossary/definitions/linear_regression/, свободный.
2. Методы прогнозирования финансового состояния организации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.iteam.ru/publications/finances/section_29/article_408/, свободный.
3. Горбань А.Н., Зиновьев А.Ю., Питенко А.А. Визуализация данных. Метод упругих карт // Нейрокомпьютеры. – 2002. – № 4. – С. 19-30.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОДНОСЛОЙНЫХ ИМПУЛЬСНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОНЦЕПЦИИ ДИНАМИЧЕСКИ ФОРМИРУЕМЫХ СИНАПТИЧЕСКИХ ТЕРМИНАЛОВ.

Краснощёков А.А.

Донской государственный технический университет
akrasnoschekov@gmail.com

Введение

В классических [1,2] моделях построения искусственных нейронных сетей, значение функции активации нейрона (выходной сигнал) ассоциируется с частотой генерации импульсов. Таким образом, значение y функции активации нейрона k , являясь нелинейным преобразованием взвешенной суммы его входных значений

$$y_k = \varphi \left(\sum_{j=1}^m w_{kj} x_j \right),$$
 определяет частоту генерации

импульсов данным нейроном в ответ на входной вектор $\vec{x} = (x_1, x_2, \dots, x_m)$. Описанный подход к определению принципа функционирования нейрона применяется в первых двух поколениях нейронных сетей [3]. В настоящее время, нарастающей тенденцией становится использование импульсных нейронных сетей [2,4,6] (spiking neural networks), сетей 3его поколения, являющихся более адекватными с точки зрения нейробиологического моделирования [4,5]. В рамках этого типа сетей вычисления производятся уже на уровне отдельных импульсов, а не средней частоты их генерации. Таким образом, понятие функции активации заменяется понятием модели импульсного ответа (spike response function), модели изменения потенциала нейрона во времени. Более подробно импульсные сети описаны в [4,6,7]. Идея использования импульсных нейронных сетей для классификации данных «без учителя» была предложена Хопфилдом [9]. В [10] был предложен обучающий алгоритм, который использует временное кодирование входного вектора в задержки синаптических терминалов, для нахождения центров многомерных кластеров данных. В работе Бохте [7] доказывалось, что данный метод имеет ряд недостатков и предлагается его следующая итерация с использованием концепции локальных полей (local respective fields), основанной на принципах действия биологических нейронов. В данной работе рассмотрен частный случай применения импульсных сетей – однослойная импульсная нейронная сеть для кластеризации данных. Предложен алгоритм построения и обучения этого типа сети, основанный на динамически формируемых синаптических терминалах и адаптивном Хеббовском обучении [1]. Целью создания алгоритма является получение соизмеримой алгоритму Бохте точности классификации, при значительно меньшем количестве используемых нейронов.

Постановка задачи

Рассмотрим принцип кодирования входных векторов данных в однослойной импульсной нейронной сети. В частности, случай кодирования векторов напрямую во временной домен, и случай кодирования с применением концепции локальных полей. При кодировании входного вектора напрямую во временной домен каждый его компонент отображается на дискретный временной интервал $T = \{1, 2, \dots, n\}$ и подаётся на входной нейрон в момент времени $t \in T$. Этот простой способ кодирования применим в случае, распознавания не пересекающихся кластеров данных. Для выявления пересекающихся кластеров в [7] предлагается кодировать компоненты вектора популяциями нейронов. Целью данного подхода является повышение точности распознавания за счёт преодоления минимальной дискретной разрешающей способности терминалов. Оптимально стимулированный нейрон в популяции, отвечающей за определённый компонент входного вектора, генерирует импульс в момент времени близкий к 0, его соседи - с большей задержкой, а наименее стимулированные нейроны произведут импульс только в момент времени [9]. Данный метод точно распознаёт сложные кластеры, например, на наборе данных Фишера [12] достигнута средняя точность классификации в 92.6% [7]. Для получения соизмеримой точности, при распознавании сложных кластеров, без усложнения архитектуры предлагается следующий алгоритм построения сети.

Метод решения

Разберём процесс на уровне пары нейронов: входного нейрона i и выходного j . Используем прямое кодирование входных векторов во временной интервал n , в отличие от (2), не привязываем их к дискретному набору значений. Получаем относительное временное значение t_i компонента x_i вектора, из формулы

$$x_i = \frac{x_i - I_{min}^n}{I_{max}^n - I_{min}^n},$$
 где I_{min}^n и I_{max}^n минимальное и

максимальное значения для компонента x_i . В результате преобразования получаем t_i на интервале $[0,1]$ и подаём в это время импульс на нейрон i . В начале обучения синапс s_{ij} нейросети инициализируется случайным образом, т.е. наполняется определённым количеством терминалов с произвольными весами $[0, w_{max}]$ и задержками $[0,1]$. Т.к. каждый синапс имеет разный начальный набор терминалов, различные нейроны выходного слоя получают различные

временные серии импульсов от нейрона i и, соответственно изменения их потенциалов принимают различные формы, следуя (1). Для эмуляции локальных полей нейрона без применения кодирования входных компонентов популяциями нейронов, предлагается использовать следующую модель импульсного ответа нейрона:

$$\varepsilon(t) = e^{-\frac{x^2}{2c^2}}$$

она позволяет достичь эффекта сходного с применением концепции локальных полей нейрона, но с переносом на более низкий уровень – уровень терминалов. Нейрон, потенциал которого первым превышает предел, является победителем, и терминалы, предшествующие ему, подвергаются обучению.

При этом, перед началом обучения предлагается добавлять терминал с нулевым весом в каждую синаптическую связь и задержкой совпадающей с центром обучающей функции и равной $t_j - t_i$. В процессе обучения вновь созданный терминал получает максимальное положительное изменение веса. Остальные веса терминалов изменяются

следуя: $\Delta w_{ij}^k = \eta L(\Delta t) = \eta(1-b)e^{-\frac{-(\Delta t - c)^2}{\beta^k}} + b$, где ширина

положительного окна является уже динамической величиной, зависящей от количества терминалов находящихся в радиусе r от терминала k :

$$\beta^k = \frac{\beta}{\sqrt{D_r + 1}}$$

обучающей функции, D_r это количество терминалов синапса tr , к которому принадлежит k , отвечающих $|d_p - d| \leq r$, r - радиус. Введение новой переменной придаёт обучающей функции адаптивность, т.е. для каждого кластера обучающая функция принимает различную ширину. После обучения терминалы с нулевыми и отрицательными весами удаляются из синапса. Важным аспектом метода является ограничение, накладываемое на суммарный импульс полученный нейроном от синапса s^p в момент времени t : $\sum_{i \in c} w^k \varepsilon(t - t_i) \leq \alpha \frac{1}{n}$, α предполагаемая

степень корреляции компонентов входного вектора.

Для моделирования представленного метода, была создана программа для ЭВМ на языке программирования python. Программа распространяется под лицензией MIT и доступна по адресу <http://code.google.com/p/python-strike/>.

В результате проведённых компьютерных экспериментов было показано, что представленный метод даёт среднюю точность в 81.56% при классификации набора данных Фишера, содержащего сложные кластеры. Полученные результаты показывают, что с помощью представленного метода можно получить 5ти кратное уменьшение количества

нейронов при потере точности классификации в 11%.

Выводы

Исходя из полученных экспериментальных данных, применение предложенного метода позволяет снизить вычислительную нагрузку, при моделировании (фаза обучения и фаза тестирования) однослойной импульсной сети, на 67.2%. Импульсная сеть, обученная представленным методом, имеет адаптивное поведение и является помехоустойчивой. Т.е. динамически добавленные во время обучения кластеры входных данных будут успешно классифицированы. Метод применим для широкого круга систем, в том числе, для систем требующих высокой скорости обработки данных, близких к системам реального времени.

Литература

- 1 Хайкин С. Нейронные сети. Полный курс. // Вильямс. 2006 – с. 43-48, 95.
- 2 Henk A. K. Mastebroek, Johan E. Vos Plausible neural networks for biological modelling.//Kluwer Academic Publishers, 2001, с 23-33.
- 3 Olivier B., Manuel C.. A survey on continuous time computations. // Springer, 2008 , с. 5,6.
- 4 Maass W. Networks of Spiking Neurons: The Third Generation of Neural Network Models // Neural Networks, 1997, Vol. 10, Issue 9., с. 1659-1671.
- 5 Maass W., Natschläger T. Associative memory with networks of spiking neurons in temporal coding // Neuromorphic Systems: Engineering Silicon from Neurobiology. Amsrerdam: World Scientific, 1998, с. 21–32.
- 6 Терехин А.Т. [и др.] Нейросетевое моделирование когнитивных функций мозга: обзор основных идей // Психологические исследования: электрон. журн. 2009. N 2(4). URL: <http://psystudy.ru> (01.12.09). 20-22
- 7 Bohte S.M., La Poutré H., Kok J.N. Unsupervised classification in a layered network of spiking neurons // 2002, IEEE Transactions on Neural Networks, 13(2), March 2002, с. 426-435.
- 8 Q. Wu [и др.] Learning Mechanisms in Networks of Spiking Neurons // Studies in Computational Intelligence (SCI) 35, 2006, с.171–197.
- 9 Hopfield, J. Pattern recognition computation using action potential timing for stimulus representation.// Nature 376, 1995,с 33-36.
- 10 Natschläger T., Ruf, B. Spatial and temporal pattern analysis via spiking neurons.// Network: Comp. Neural Syst. 9(3), 1998, с. 319-338.
- 11 Gerstner, W. Time structure of the activity in neural network models. // Phys. Rev. 51 1995, с.738-758.
- 12 Iris flower data set // http://en.wikipedia.org/wiki/Iris_flower_data_set 01.12.09

WHEATDB – БАЗА ДАННЫХ ДЛЯ АНАЛИЗА ВЗАИМОСВЯЗЕЙ ГЕНОТИП-ФЕНОТИП-ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА У ПШЕНИЦЫ

М.А. Генаев¹, А.В. Дорошков¹, Д.А. Афонников^{1,2}

¹Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск

²Новосибирский государственный университет, Новосибирск

mag@bionet.nsc.ru

Одной из интересных областей для применения современных компьютерных и теоретических методов обработки и анализа данных становится биоинформатика. Это происходит благодаря интенсивному развитию экспериментальных методов в биологии, позволяющих получать огромное количество молекулярно-генетической и структурной информации в области геномики, транскриптомики и протеомики [1]. Современные методы секвенирования и выявления полиморфизма генома позволяют быстро и эффективно устанавливать генотип организма и получать информацию о его мутантных аллелях, что позволяет получать информацию о геномной ДНК тысяч организмов [2,3]. Это особенно важно для таких широко используемых в сельском хозяйстве растений, как пшеница, для проведения работ по их селекции в направлении улучшения их характеристик.

Для этого могут быть эффективно использованы статистические методы выявления взаимосвязи генотип-фенотип. Однако при решении этой задачи возникает проблема массового получения данных по фенотипическим характеристикам растений и их интеграции с генотипическими данными. Первую проблему можно решить с использованием методов анализа изображений [4].

В настоящей работе для решения задачи интеграции генотипических и фенотипических данных, а так же параметров окружающей среды для анализа взаимосвязи между генотипом и фенотипом у пшеницы, мы предлагаем базу данных WheatDB [5]. База данных служит для интеграции разнородных данных о растении. Она хранит в себе отношения, описывающие различные характеристики растения, их семян, генотипа, фенотипа и некоторых факторов внешней среды. Для описания этих характеристик в базе содержится более 23 таблиц, связанных между собой. Центральным объектом базы данных является растение (рис. 1). Растение описывается, как совокупность признаков генотипа, фенотипа и окружающей среды, в которой данное растение произрастает. Общая структура взаимоотношений указанных типов данных в базе приведена на рис. 1.

Описание генотипа растения содержит следующую информацию: сорт растения, линия (в случае, если растение из чистой линии) или родители, в случае если растение – гибрид. Для родителей указываются ссылки на генотип соответствующих растений. Дополнительно для генотипа определен список молекулярных

маркеров (характеристик геномной ДНК, которые определяются экспериментально или могут быть импортированы из других баз данных).

Для описания фенотипа растения база данных WheatDB позволяет создавать наборы отношений, каждый из которых содержит описание характеристик определенного морфологического признака (опушение листа, длина побега и колоса, количество колосьев, продуктивность и т.п.). В текущей версии базы данных наиболее полно представлено описание такого морфологического признака, как опушение. Для него заданы следующие характеристики: плотность опушения (число ворсинок (трихом) на единицу площади), вектор распределения трихом по длине. База данных позволяет сохранять оцифрованные изображения морфологического признака, если это необходимо, в одном из графических форматов (TIFF, PNG, BMP). Интерфейс для описания признака позволяет так же подключать внешние программы анализа изображений, для получения различных его характеристик. Например, для получения информации о морфологических характеристиках опушения на основе анализа цифровых микрофотографий была использована программа LHDetect [4].

Структура базы данных позволяет легко расширять список анализируемых морфологических признаков растений и модифицировать информацию о них. Окружающая среда в базе данных может быть представлена набором таких характеристик как место произрастания (теплица или открытый грунт), средняя температура и количество осадков за сезон, дата посева семян и т.п.



Рис. 1. Общая схема базы данных WheatDB. Показаны основные сущности и взаимосвязи между ними.

Для работы с базой данных разработан web-интерфейс, реализованный на основе фреймворка Catalyst – свободного кроссплатформенного программного каркаса для создания web-приложений, написанного на языке perl. Catalyst

подразумевает использование методологии программного обеспечения MVC, когда данные, представление и обработка действий пользователя разделяются на три отдельных компонента. Это позволяет добиться масштабируемости системы.

The screenshot illustrates the workflow in the WheatDB interface:

- а) Формирование запроса (Query Formation):** The top section shows search filters for 'Sowing number', 'Genotype name', 'Sort', 'Line', and 'Parent'. A search button is visible.
- б) Экспорт данных (Data Export):** A dialog box titled 'Select field for exporting' allows users to choose fields from categories like Genotype, Markers, Marker data, and Downiness. The 'Export' button is highlighted.
- в) Статистическая обработка данных (Statistical Data Processing):** The bottom section shows an Excel spreadsheet with columns for 'Sort' and 'Downiness' values. Below the spreadsheet is a histogram showing the distribution of 'Downiness' values for different 'Sort' categories, with a normal distribution curve overlaid.

Рис. 2. Интерфейс базы данных WheatDB на примере решения задачи поиска зависимости между сортом растения и плотностью опушения листа. а) - показана страница отбора растений сортов Балаганка и Голубка; б) - отбор морфологических характеристик для анализа; в) - вид полученной таблицы данных в пакете Excel

В качестве сервера баз данных используется MySQL. Для связи базы данных с Catalyst используется технология ORM (объектно-реляционная проекция). Технология позволяет связывать таблицы базы данных с объектами реального мира, например, объект «генотип» состоит из множества более чем 10 связанных таблиц. В качестве web сервера используется программа Apache с модулем mod_perl.

б. ный

Разработанная база данных позволяет однозначно устанавливать взаимосвязь между генетическими и фенотипическими признаками растений и параметрами окружающей среды. И решать целый ряд важных биологических задач. Например, исследование зависимости морфологических характеристик опушения листа от сорта растения, от места произрастания, производить поиск генетических маркеров, статистически связанных с тем или иным типом опушения пшеницы и т.п.

Например, для анализа зависимости опушения листа и сорта растения пользователь должен на странице запроса указать список сортов растений (рис. 2а), которые он хотел бы проанализировать (включить в анализируемую выборку), и указать список характеристик опушения (рис. 2б). В итоге, пользователь получает таблицу данных, в которой строкам соответствуют растения отобранных сортов, представленные в базе, а в колонках приводятся числовые характеристики их опушения (рис. 2в). Такая таблица может быть далее проанализирована любой программой статистического анализа (Excel, Statistica и другие).

В настоящее время база содержит более 200 аннотированных растений (более 80 сортов, более 1200 изображений сгибов листьев).

Работа поддержана в рамках Научной Школы НШ-2447.2008.4, Интеграционными проектами СО РАН №113 и №119, программой РАН №22 и подпрограммой «происхождение и эволюция биосферы».

Литература

1. Системная компьютерная биология // под ред. Н.А. Колчанова, С.С. Гончарова, В.А. Лихошвая, В.А. Иванисенко. Изд-во СО РАН, Новосибирск, 2008 г. 768 с.
2. 1001 Genomes Project [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://1001genomes.org/index.html>, свободный.
3. Francki M., Appels, R. - Wheat functional genomics and engineering crop improvement. / Genome Biol., 3, reviews, 2002. 1013.1–1013.5.
4. Дорошкова А.В., Арсенина С.И., Пшеничникова Т.А., Афонников Д.А. - Применение компьютерного анализа микроизображений листа для оценки характеристик опушения пшеницы *Triticum aestivum* L. / Информационный вестник ВОГиС. Изд-во СО РАН, Новосибирск, 2009 г. Том 13 №1 С 218-226.
5. WheatDB Project [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.wheatdb.org>, свобод

РАЗРАБОТКА CMS ДЛЯ ЗАДАЧ ИНФОРМАЦИОННОГО КИОСКА

Гаврилов Д. В., Пономарев А. А.
Томский политехнический университет
boss@aics.ru

Введение

В связи с ростом информационного потребления возникает задача своевременного и качественного информирования клиентов о видах услуг предоставляемых учреждением. В данной работе рассматривается один из вариантов решения такой задачи с помощью автоматизации процесса предоставления информации клиентам с использованием информационных киосков.

Постановка задачи

Рост популярности веб решений в какой то мере разрешает данную проблему, однако для различных задач может потребоваться предоставления таких услуг непосредственно на площадке организации в этом случае приемлимым будет решение размещения информационного киоска, который решал бы следующие задачи:

- информирование клиентов об услугах предоставляемых учреждением;
- предоставление необходимой информации клиентам.

Реализация

Проект “Информационный киоск” представляет собой решение, включающее в себя три различных приложения, тесно взаимосвязанных между собой:

- конфигуратор;
- веб обозреватель;
- обозреватель под Windows.

При разработке указанных приложений были использованы следующие средства разработки: ASP.NET, C# ,XML, HTML, JQuery, FastReport. В качестве основного проектного решения было использовано динамическое построение списка каталогов и его содержимого. Таким образом, после каждого обновления текущего окна или страницы, происходит построения каталогов и, если нужно, изменение информационного наполнения приложений. Для динамического формирования интерфейса были приняты следующие соглашения (рис 1), которые в результате программной обработки приводили к желаемому результату.

- 1) **Logo_main.jpg**. Логотип.
- 2) **Button_text.txt**. Файл с названием раздела.
- 3) **Main.html**. Файл формата html в котором находится информация предназначенная для отображения клиентам.
- 4) **Logo_small.jpg**. Файл с изображением для кнопки текущего раздела.

Построение обозревателей как на основе веб платформы, так и на основе windows является практически одинаковым и предназначено для предоставления информации клиентам удобным виде.



Рис. 1. Главное окно обозревателя; 1-Logo_main, 2-Logo_small, 3-Button_text.txt

Конфигуратор представляет собой приложение, предназначенное для конфигурирования и дальнейшего редактирования проекта. Обеспечиваемые им функции можно условно разделить на несколько групп:

- 1) Редактирование корневой папки проекта.
- 2) Изменение настроек приложения.
- 3) Управление анкетой, предназначенная для опроса клиентов
- 4) Отправка данных в отчет FastReport с последующим запуском его.
- 5) Управление заставкой
- 6) Запуск веб или windows обозревателя

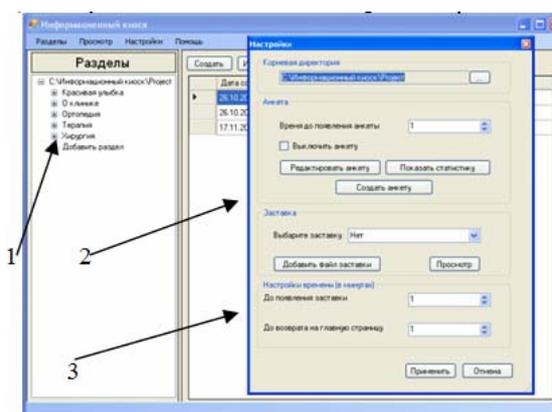


Рис. 2. Главное окно конфигулятора, окно настроек; 1-Содержимое корневой папки, 2-Функции управления анкетой, 3-Функции управления заставкой.

Помимо основных задач построения интерфейса данное приложение содержит модуль анкетирования, обеспечивающий функцию обратной связи с клиентом путем опроса. Для этого в конфигуляторе используется функция, предназначенная для подготовки и отправки набора данных в генератор отчетов FastReport.

Результат работы данной функции в виде сформированного отчета можно увидеть на Рис.3.

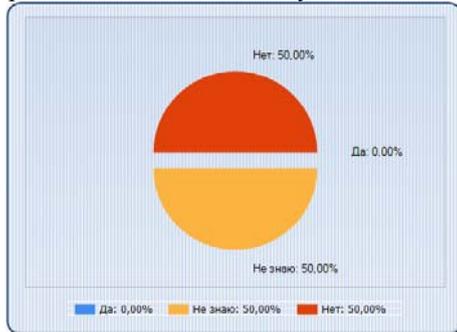


Рис. 3. Отчет по результатам анкетирования

Одной из особенностей выбранного подхода к решению задачи является независимость приложения от глубины дерева каталогов.

Рассмотрим пример контента, реализованного для конкретного учреждения. Блок-схемы отражающая состав корневой директории предстали на рис 4.

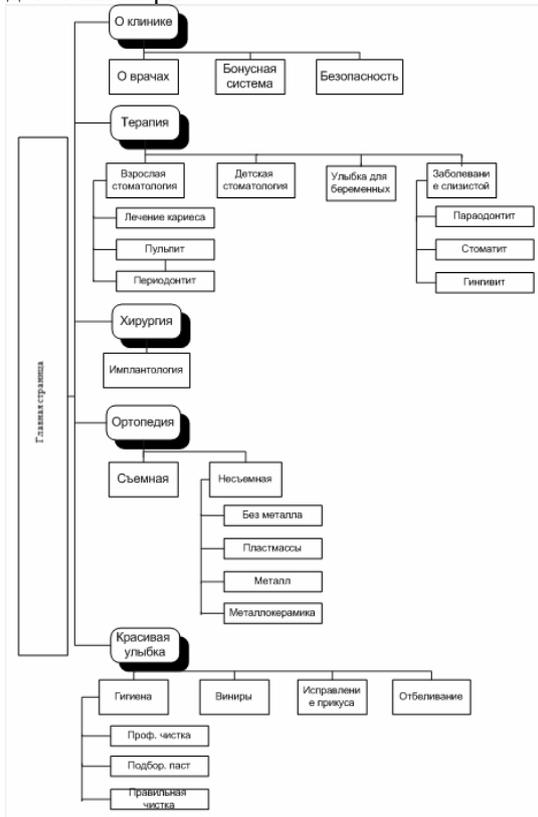


Рис. 4. Блок-схема корневой директории.

Следует отметить, что в случае использования веб-обозревателя были использованы возможности взаимодействия Visual Studio с контролами Ajax.

Контент был разбит на отдельные части, каждая из которых обновлялась независимо друг от друга, в результате индивидуального для каждой части события.

Результатом такого подхода стало уменьшение количества посылаемых данных на серверную часть ASP.NET.

Помимо прочего при помощи подключения библиотек JQuery было реализовано событие определения бездействия пользователя. Для реализации такой функции необходимо извлекать данные на стороне клиента из файла xml, в следствии чего нельзя было использовать стандартные классы взаимодействия с xml. Метод решения данной проблемы можно увидеть ниже на листинге.

```

<script type="text/javascript">
(function($){
$.ajax({
    type: "GET",
    url: "Data/settings.xml", dataType: "xml",
    success: function(xml) {
        $(xml).find('GlobalSettings').each(function() {
            var time = $(this).find('TimeToSurikat').text();
            var timer = parseInt(time)*1000;
            $(document).bind("idle.idleTimer", function() {
                $("#surrcon").fadeIn("slow")
            });
            $(document).bind("active.idleTimer", function(){
                $("#surrcon").fadeOut("slow")
            }).trigger("active.idleTimer");
            $.idleTimer(timer);
        });
    }
});
}
)
    
```

Представленный код демонстрирует функцию извлечения данных из xml файла и активирует функцию бездействия пользователя. **Заключение**

Предложенные решения могут быть использованы для построения информационного киоска для работы в широком круге предметных областей. Рассматриваемый в работе пример, был успешно внедрен на площадке ООО Медстар г.Томск.

Литература

1. Мэтью Мак-Дональд, Марио Шпушта. Microsoft ASP.NET 2.0 с примерами на C# 2005 для профессионалов. Вильямс,2006.
2. Трей Нэш. C# 2008: ускоренный курс для профессионалов. Вильямс, 2008.
3. Кристиан Нейгел. C# 2008 и платформа .NET 3.5 для профессионалов. Диалектика,2008.
4. Msdn. <http://msdn.microsoft.com>

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ В КАЧЕСТВЕННОМ АНАЛИЗЕ СОСТАВОВ РАСТВОРОВ ПРИ МИКРОПЛАЗМЕННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Будницкая Ю.Ю., Дорофеева Т.И.*, Бориков В.Н., Мамаева В.А.*

Томский политехнический университет

*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН

dtoma@rambler.ru

Введение

В современном понимании проблема определения состава растворов лежит на стыке таких отраслей знания, как информатика и физико-химические методы исследования вещества.

Существует необходимость в разработке нового автоматизированного способа анализа состава раствора под конкретные задачи производства, основанного на формировании различного рода оксидно-керамических покрытий микроплазменным методом на металлы вентильного типа. Этот способ должен отличаться экспрессностью, отсутствием стадий отбора и подготовки образца, и отличаться способностью к самоорганизации технологического процесса микроплазменного формирования оксидно-керамических покрытий. В связи с этим, принципиально новые возможности для поиска данных открываются в связи с использованием средств вычислительной техники и специально разработанных для этих целей программ [1].

В данной работе предлагается проводить диагностику состава раствора посредством автоматизированного анализа параметров электрической системы с помощью компьютерной измерительной системы и специальных программ. Электрические параметры в нашей работе регистрируются в течение всего времени протекания электрохимического процесса, которым является микроплазменное оксидирование. Микроплазменное оксидирование - сложный многофакторный процесс, включающий в себя плазменные, химические и электрохимические реакции, в результате которых образуется покрытие, состоящее из окисленных форм элементов материала основы и составляющих электролита. Именно эти указанные процессы, а также вещества, образующиеся на поверхности материала в результате их совокупного действия, определяют показания значений электрических параметров, регистрируемых в ходе микроплазменного оксидирования. Выбор классифицирующих признаков для определения состава растворов электролитов осуществляется исходя из автоматизированного анализа полученных значений электрических параметров.

Электронные вычислительные машины в данном случае используются не только для расчетов, но и для поиска в информационном массиве материалов с такими параметрами, которые с определенной степенью точности соответствуют заданным параметрам. Успешное завершение поиска и сопоставление

характеристик неизвестного материала с хранящейся в базе данных информацией означает, что этот материал идентифицирован.

Особенность идентификации данных заключается в том, что решение задачи осуществляется на основе численной информации значительного объема, полученной в процессе реального эксперимента.

Выбор инструментальной среды

В качестве инструментальной среды для моделирования интерфейса была выбрана система MATLAB (MATrix LABoratory — матричная лаборатория). Система MATLAB имеет открытую архитектуру, что дает полный доступ к ее кодам на гибком и мощном языке программирования этой системы. Он является одним из лучших и высокоэффективных языков программирования для научно-технических расчетов, в том числе для создания удобных и очень наглядных визуально-ориентированных средств анализа, идентификации, построения и моделирования систем.

Современные версии системы MATLAB поставляются вместе с пакетом расширения Simulink, предназначенным для моделирования динамических систем, модели которых состоят из отдельных блоков. В нем реализованы принципы визуально ориентированного программирования, что позволяет легко набирать нужные блоки и соединять их с целью составления модели анализируемой системы или устройства. При этом сложнейшие уравнения состояния, описывающие работу моделей, формируются автоматически.

Один из пакетов – Neural Networks (нейронные сети). Это пакет прикладных программ, содержащих средства для построения нейронных сетей, базирующихся на поведении математического аналога нейрона. Пакет обеспечивает эффективную поддержку проектирования, обучения и моделирования множества известных сетевых парадигм, от базовых моделей перцептрона до самых современных ассоциативных и самоорганизующихся сетей. Пакет может быть использован для исследования и применения нейронных сетей к таким задачам, как обработка сигналов, нелинейное управление и финансовое моделирование. Обеспечена возможность генерации переносимого C-кода с помощью Real Time Workshop. Для каждого типа архитектуры и обучающих правил имеются функции инициализации, обучения, адаптации, создания и моделирования, демонстрации и пример приложения сети [2].

Описание метода анализа

Поставленная задача по анализу составов растворов решается тем, что осуществляют предварительное обучение нейросети комплексу характеристик – образу, которые она могла бы распознавать, при этом в качестве таких характеристик используют электрические параметры процессов, возникающих в результате воздействия на электрохимическую ячейку (рис.1) трапециевидных импульсов напряжения. На входы обученной нейросети подаются значения электрических параметров процессов, возникающих в электрохимической ячейке с исследуемым раствором при воздействии на эту ячейку трапециевидных импульсов напряжения, и на выходе получают данные с обученной нейросети, идентифицирующие исследуемый раствор.

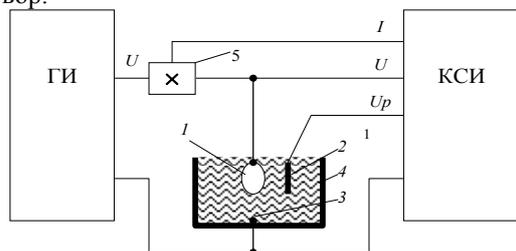


Рис. 1. Блок-схема проведения измерений: ГИ – генератор импульсов, КСИ – компьютерная система измерения, 1 – рабочий электрод, 2 – электрод сравнения, 3 – вспомогательный электрод, 4 – ванна, 5 – бесконтактный преобразователь ток – напряжение.

Измерения, полученные на информационно-измерительном комплексе (рис. 1) со скоростью развертки потенциала 10^6 В/с при наложении трапециевидной формы задающего импульса, автоматически преобразуются в вольтамперные кривые (рис.2).

Образ вольтамперной кривой, состоящий из 2500 точек, отражает малейшие отклонения в элементном составе и структуре компонентов раствора. А благодаря высокой корректности измерений (99,95% [1]) возможно фиксировать эти отклонения с помощью нейросетей (рис.3).

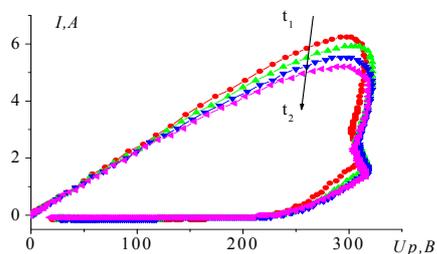


Рис. 3. Вольтамперные характеристики, полученные при микроплазменной обработке в силикатном электролите в зависимости от времени.

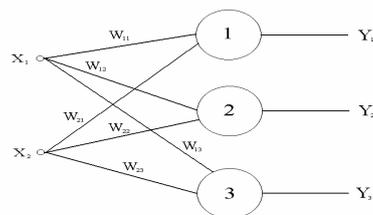


Рис. 3. Структурная схема нейросети.

На вход модели подаются два классифицирующих признака (X_1 и X_2), и в зависимости от них на выходе получаются различные значения Y_1, Y_2, Y_3 . Данную модель можно описать следующей системой уравнений:

$$\begin{cases} Y_1 = h(X_1W_{11} + X_2W_{21}) \\ Y_2 = h(X_1W_{12} + X_2W_{22}) \\ Y_3 = h(X_1W_{13} + X_2W_{23}) \end{cases}$$

где W – весовые коэффициенты и h – активационная функция нейрона.

Переменные Y_1, Y_2, Y_3 могут принимать два значения: 0 или 1. Каждому сплаву соответствует определенная комбинация нулей и единиц на выходе системы. После выполнения программы на экран выводится обозначение раствора или сообщение о том, что распознаваемый образ нельзя отнести ни к одному из четырех известных.

Далее происходит автоматическое сравнение полученной кривой с эталонным образцом и выявление отклонений. Весь анализ занимает около 15 секунд и не требует предварительной подготовки образца.

Заключение

Благодаря наличию современных компьютерных информационно-измерительных систем микроплазменный метод возможно использовать для анализа растворов электролитов, в которых осуществляется процесс формирования.

Особенностью предлагаемого в настоящей работе метода является то, что он не измеряет конкретную величину, а определяет соотношение и динамику изменения вольтамперной зависимости (массив точек) для распознавания «электрохимического образа» сплава, что наиболее полно отражает индивидуальные характеристики компонентов раствора, учитывающих не только состав, но также и их структуру.

Литература

1. А.И. Мамаев и др. Компьютерная система измерения электрических параметров микроплазменных процессов в растворах. // Защита металлов. – 2005. – том 41 – № 3. – С. 278 – 283.
2. Ф. Уоссермен, Нейрокомпьютерная техника, М. Мир, 1992, 185с.
3. Мамаев А.И. и др. Патент РФ № 2281487, БИ № 22, Оpubл. 10.08.2006.

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА: СЛИЯНИЕ МОДУЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ РИСКОВ «R-ANALYZER» С СУД «GP-STORAGE»

Хитров П.В., Захарова А.А.
Томский политехнический университет
khitvel@tpu.ru

Введение

Мировой финансовый кризис нанес сильный удар по инвестиционным планам компаний во всем мире, в том числе и в России, приток вложений резко пошел на спад. Предприятиям приходится пересматривать имеющиеся инвестиционные планы, однако задвигать их в дальний ящик совсем не время. Как считают эксперты, уже в ближайшем будущем инвестиционные потоки начнут восстанавливаться, поэтому проблема управления проектами в важнейшей для экономики России нефтегазовой отрасли, не перестает быть актуальной. Важнейшим этапом работ по месторождению является – проектирование разработки и эксплуатации месторождения.

Проектирование – серьезная и ответственная, требующая анализа множества вариантов для выбора из их числа оптимального. Этим занимаются научно исследовательские проектные институты, а результаты изысканий оформляются в проектную документацию – проект разработки месторождения.

Проект разработки – это взаимоувязанный комплекс оптимальных для данных условий технико-технологических и организационно-экономических решений процесса разработки месторождения, позволяющий в минимально возможные сроки и при минимальных финансовых затратах выполнить ряд поставленных задач. Спектр данных, с которыми оперируют инженеры в своей работе, огромен – это полевые и лабораторные исследования, картографическая и пространственная информация, всевозможный графический материал, выходные файлы специализированных программных комплексов [1]. При этом универсального формата, в котором эти данные хранятся, нет. При использовании специализированных систем управления данными (СУД) процесс их хранения и обработки значительно упрощается и ускоряется. Данный сегмент представлен в основном разработками мировых лидеров в этой области компаниями Shlumberger, Landmark и Roxar, стоимость которых слишком велика. В связи с этим актуальным является разработка аналогичных по своим задачам и набору функциональных средств систем, но с наименьшей себестоимостью, которые предназначены для использования в малых компаниях, проектных организациях и научных лабораториях [2].

СУД «GP-Storage» включает в себя следующие компоненты:

1. Работы с базой данных:

Пользователь имеет возможность сбора, обработки и анализа данных. Данные предоставляются в виде структурированного дерева проектов, перемещаясь по которому отображаются параметры моделей. Также пользователю предоставлена информация о месторождениях, выполненных проектах и об авторах моделей.

2. ГИС:

Пользователь имеет возможность поиска и сортировки данных, как по атрибутивным, так и по пространственным характеристикам. В качестве основы используется карта России с нанесенными на нее месторождениями. Данная компонента предоставляет пользователю удобный способ поиска и отображения данных, функционал для измерения пространственных характеристик объекта.

3. Работы с цифровыми источниками:

При работе с данными пользователь имеет возможность просматривать в интерактивном режиме цифровые источники данных, анализировать их точность и актуальность. По результатам данного анализа пользователь принимает решение об использовании другого значения параметра либо оставить уже используемое.

Параллельно с СУД «GP-Storage» был разработан модуль оценки экономических рисков «R-Analyzer». Который в последующем был объединен с СУД. Это слияние позволит получать максимально точные оценки разработки месторождений нефти и газа.

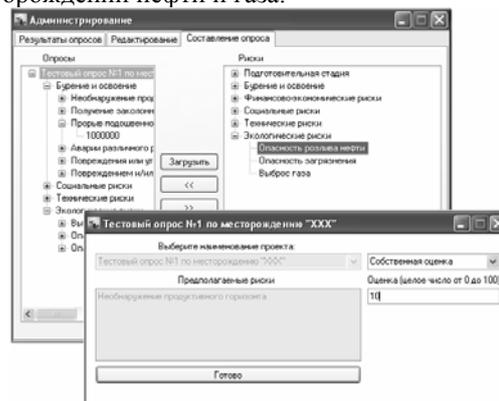


Рис. 1. Пользовательский интерфейс ПО «R-Analyzer»

В результате интеграции у пользователя (эксперта), появилась возможность просматривать необходимые данные по разрабатываемому месторождению, которые хранятся в СУД «GP-Storage».

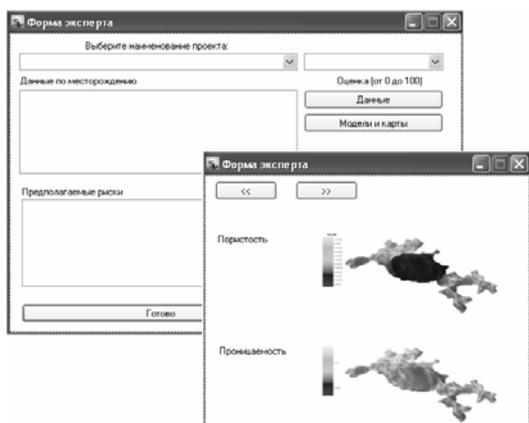


Рис. 2. Результат интеграции

В связи с интенсивным развитием топливно-энергетического комплекса и все более возрастающей сложностью добычи углеводородного сырья, необходимо увеличивать финансирование каждого из этапов работ. В разработке месторождений нефти и газа все этапы неразрывно связаны между собой, что требует учета большого количества факторов, влияющих на итоговый результат [3]. Также, знания и данные, накопленные при анализе одного месторождения, с большой долей вероятности могут быть использованы при работе с другими месторождениями.

Разработка ПО «R-Analyzer»

Возникает потребность в раннем определении рисков, которые могут поставить под угрозу реализацию проекта. Для этого необходимо создание модуля, который, с одной стороны, способен объединить возможности экспертов в различных отраслях разработки и эксплуатации месторождений, а с другой – избавить лицо, принимающее решения, от избыточных подсчетов и временных потерь, предоставляя в конечном итоге обработанную информацию и примерные варианты развития событий. На первом этапе создания модуля в качестве алгоритма обработки данных используется метод экспертных оценок [4].

Разработанный модуль планируется использовать в составе СУД «GP-Storage» в процессе оценки экономических рисков инвестиций в разработку месторождений нефти и газа.

Результатом работы модуля будет накопленная база знаний экспертов, по которой с помощью математических и статистических методов рассчитывается вероятность возникновения того или иного риска на выбранном месторождении. Предполагается и использование других методов оценки рисков, включив их в разрабатываемую программу в качестве библиотек [5].

Следует отметить, что нефтегазовая промышленность характеризуется рядом

особенностей, наиболее существенными из которых, с точки зрения анализа эффективности инвестиционных проектов и оценки риска, являются [6]:

- Большая продолжительность реализации проектов.
- Высокая капиталоемкость добычи полезных ископаемых.
- Изменение структуры капиталовложений.
- Динамический характер природных факторов.

Так как предлагаемый модуль способен учитывать эти и многие другие факторы возникновения рисков, его можно считать полезным инструментом при планировании инвестиций для специалистов нефтегазовой отрасли.

Заключение

Результатом работы является модуль «R-Analyzer» включенный в состав системы управления данными (СУД) «GP-Storage». Данный программный продукт находится в стадии тестирования и пробации в лаборатории моделирования месторождений нефти и газа института «Кибернетический центр» Томского политехнического университета.

Литература

1. Гиматудинов Ш.К., Дунюшкин И.И. и др. Справочное руководство по проектированию и разработке нефтяных месторождений. Проектирование разработки. – М.: Недра, 1983. – 463 с.
2. Мозжелов А.В., Лисинин С.В., Захарова А.А. Система управления данными «GP-Storage» используемая при моделировании месторождений нефти и газа. 2009 -Сборник трудов VII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и современные информационные технологии» с международным участием, ТПУ.
3. Тасмуханова А.Е., Буренина И.В. Особенности классификации рисков предприятий нефтегазового сектора. г.Уфа – 2006.
4. Sackman H., Delphi Assessment: Expert Opinion, Forecasting and Group Process// R-1283-PR. – Santa Monica, USA, 1974.
5. Некрасов С.П., Оценка и анализ рисков инвестиционных проектов в нефтегазовой отрасли. г.Москва – 2002.
6. Хитров П. В., Чарушин Д. А. Практическое применение средств разработки компании Microsoft на примере создания системы анализа экономических рисков разработки месторождений нефти и газа. Конференция Microsoft ТПУ, 2009

СТАНДАРТИЗАЦИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ МЕДИЦИНСКИХ ДОКУМЕНТОВ НА БАЗЕ СТАНДАРТА CLINICAL DOCUMENT ARCHITECTURE

Семенов А.С., Пономарев А.А.
Томский политехнический университет
andreysemenov@sibmail.com

Введение

В настоящее время в России, как и во всем мире, идет бурное внедрение информационных технологий во все сферы человеческой деятельности, в том числе и в медицину. Сейчас уже практически невозможно встретить достаточно крупное лечебно-профилактическое учреждение (ЛПУ), не имеющее вычислительной техники и соответствующего программного обеспечения. Рынок медицинских информационных систем (МИС) сейчас очень широк и насчитывает порядка 700 разработок [1]. Какие бы МИС не использовались, очевидным становится тот факт, что рано или поздно данные с бумажных носителей будут переноситься в электронный вид, а на рабочем месте врача компьютер станет привычным рабочим инструментом [2]. Постепенно возможность сбора, хранения, анализа и передачи медицинских данных в электронном виде становится всё более распространенной, причем не только в крупных медицинских центрах, но и в небольших ЛПУ. Следующим шагом в информатизации медицины является возможность обмена медицинскими данными в электронном виде с учетом того, что форматы данных различных МИС существенно различаются. В идеале надо хранить документ в базе данных и отказаться от его передачи в бумажной форме. Однако создание МИС, ориентированных не на данные, а на документы, представляет собой очень сложную задачу. Оно должно опираться на корпоративные, национальные и международные стандарты электронного представления и передачи документов.

Мировая практика интеграции медицинской информации основывается в первую очередь на использовании международного стандарта хранения медицинских данных и обмена ими HL7 (Health Level Seven). В России существуют планы создания собственного национального стандарта хранения медицинской информации и обмена ею, который будет основываться на базе HL7, адаптированной к принятым в России правилам оформления медицинских документов и отчетов, структуре федеральных справочников. Таким образом, уже сейчас при разработке МИС необходимо ориентироваться на стандарт HL7. Говоря о вопросах интеграции, нельзя не упомянуть о факторе, тормозящем внедрение единых электронных медицинских карт. Это, прежде всего, несовершенство отечественной законодательной и нормативной базы. В частности, в только что вышедшем и давно ожидаемом ГОСТ Р 52636—2006 “Электронная

история болезни” оказались неосвещенными некоторые аспекты, призванные регулировать вопросы доступа к персональным медицинским данным в глобальной сети и защиты информации. Многие вопросы в документе лишь обозначены, но не регламентированы однозначным образом [3].

Clinical Document Architecture

В силу перечисленных выше факторов, при разработке современной МИС в сегодняшних российских условиях необходимо руководствоваться стандартом HL7. Один из основных стандартов сферы HL7 – CDA (Clinical Document Architecture, архитектура клинического документа), определяющий разметку клинического документа, его структуру и семантику. Архитектура CDA построена на основе простых, но важных принципов: [4]

1. *Электронный медицинский документ должен представляться на языке XML и отвечать определенной схеме. Представление в виде XML имеет ряд преимуществ, таких как повсеместная поддержка, универсальность, бесплатность и кроссплатформенность.*

2. *Все схемы XML-представлений должны генерироваться из единственной справочной информационной модели RIM (Reference Information Model) предметной области электронной передачи медицинских данных. Данный принцип обеспечивает согласованность представлений разных учетных форм между собой.*

3. *Каждый электронный медицинский документ должен содержать человеко-читаемые данные и в дополнение к ним может содержать данные, предназначенные для машинной обработки.*

4. *Поскольку разные ЛПУ располагают МИС разной степени сложности, необходимо предусмотреть возможность обработки документа, полученного от сложной информационной системы, простой информационной системой, и наоборот.*

Структурно документ CDA состоит из 2 частей:

1. Заголовок документа – включает служебную информацию, такую как название документа, версию, время создания, информацию об участниках документа (автор, пациент, ответственная организация, получатель, утверждающее лицо). Структурированная часть, имеет четкую и заранее известную структуру, поэтому такие данные удобно хранить в обычной реляционной базе данных.

2. Тело документа – содержит непосредственные медицинские данные. Полуструктурированная часть, т.е. данные в теле документа обладают некоторой структурой, но не являются жестко структурированными.

Реализация архитектуры CDA

Архитектура CDA описывает общую структуру, в которую надо вкладывать конкретную учетную форму медицинского документа. Такое отображение можно сделать далеко не единственным способом, поэтому для каждой формы надо задать стандартное отображение в архитектуру CDA. Это отображение называют "реализацией архитектуры". В разных странах существуют различные реализации. В качестве примера подобного отображения взята стандартная запись о визите пациента.

На рисунке 1 представлена структура данных визита.



Рис.1. Структура данных визита

В случае использования реляционной базы данных, необходимо записывать данные в формате CDA в специальное поле типа XML, для обеспечения возможности информационного обмена со сторонними системами. Ниже представлен документ, являющийся примером реализации архитектуры CDA и включающий данные о визите пациента:

Листинг 1. Фрагмент медицинского документа CDA

```
<?xml version="1.0"?>
<ClinicalDocument xmlns="urn:hl7-org:v3">
  <typeId extension="POCD_HD000040"
  root="2.113883.1.3"/>
  <id extension="3" root="123.45"/>
  <code code="123" codeSystem="2.16.840.1"
  codeSystemName="LOINC"/>
  <title>Консультация терапевта</title>
  <effectiveTime value="20090327121500"/>
  <confidentialityCode code="N"/>
  <recordTarget>
    <patientRole>
      <patient>
        <name>Иванов Иван Иванович</name>
        <administrativeGenderCode code="M"/>
        <birthTime value="19800717"/>
      </patient>
      <providerOrganization>
        <id extension="1" root="123.45"/>
        <name>Городская больница №1</name>
      </providerOrganization>
    </patientRole>
```

```
</recordTarget>
<author>
  <assignedAuthor>
    <id extension="1" root="123.45.678.910"/>
    <assignedPerson>
      <name>Анастасюк Федор Борисович</name>
    </assignedPerson>
  </assignedAuthor>
</author>
<component>
  <structuredBody>
    <component>
      <section>
        <title>Status praesense</title>
        <component>
          <section>
            <title>Температура</title>
            <text>37,6</text>
          </section>
        </component>
      </section>
    </component>
    <component>
      <section>
        <title>Основной диагноз</title>
        <text>J11.1 Грипп с другими респираторными
        проявлениями, вирус не идентифицирован</text>
      </section>
    </component>
  </structuredBody>
</component>
</ClinicalDocument>
```

Заключение

Использование описанного подхода отвечает мировым стандартам и позволит создать единое информационное пространство здравоохранения на локальном, региональном, а также на федеральном уровне. На начало 2010 года запланировано внедрение рассмотренной методики хранения медицинских документов на основе МИС "Аврора" [www.umsoft.com] в работу ряда медицинских учреждений Томской и Кемеровской областей.

Литература

1. Компьютеризация медицины: движение вперед или бег на месте? [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://pcweek.ru/spheres/detail.php?ID=83789>, свободный. – Загл. с экрана.
2. Гулиев Я.И., Бельшев Д.В. Мобильные электронные медицинские карты [Электронный ресурс]. - 2007. - Режим доступа: <http://skif.pereslavl.ru/psi-info/interin/interin-publications/mk.pdf>, свободный. – Загл. с экрана.
3. Кайдалов А. Информатизация медицины: проблемы и решения [Электронный ресурс]. – 2008. – Режим доступа: <http://www.pcweek.ru/themes/detail.php?ID=111200>, свободный. – Загл. с экрана.
4. Емелин И.В., Лебидько Л.М. Стандартизация представления электронных медицинских документов [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://emag.iis.ru/arc/infosoc/emag.nsf/BPA/3cbccb8d95af5a61c32572990044ade9>, свободный.

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ НЕПРЕРЫВНОГО КОНТРОЛЯ ИЗОЛЯЦИИ

Шевченко В.А., Дубяго М.Н., Поляунович Н.К.
Технологический институт Южного федерального университета
Droogg@mail.ru

В 21-ом веке электроэнергия нашла применение практически во всех сферах человеческой деятельности, а поэтому задача бесперебойной подачи электроэнергии является неотъемлемой частью общей концепции электрификации. Особую актуальность эта задача принимает в условиях постоянного ухудшения технического состояния распределительных сетей из-за отсутствия необходимых средств на своевременную замену и качественный ремонт поврежденного электрооборудования.

Эксплуатационные данные показывают, что в 90% случаев, видом повреждения являются однофазные замыкания на землю [1]. Поэтому борьба с ними является стратегическим важным направлением.

Проведен анализ средств защиты электрооборудования сетей от последствий однофазных замыканий на землю (ОЗЗ) рис.1 [2]. Повышение надежности работы распределительных сетей может быть достигнуто путем существенного ограничения внутренних перенапряжений за счет оптимизации режима заземления нейтрали рис.1. Режим нейтрали электрической сети высокого напряжения является важнейшим фактором, определяющим характер эксплуатации электрооборудования, влияющим на выбор изоляции и организацию релейной защиты.

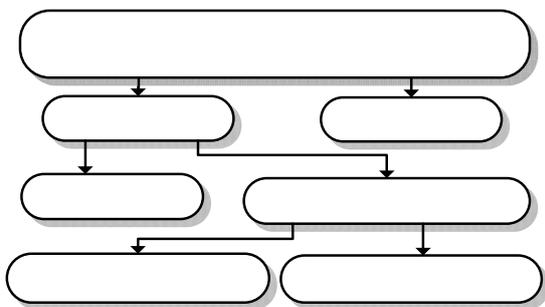


Рис. 1. Средства защиты электрооборудования сетей от последствий однофазных замыканий на землю

Существующие методы непрерывного контроля изоляции описанные на рис.2.

Метод Временная рефлектометрия [1] основан на посылке в кабель прямоугольного зондирующего импульса и наблюдении задержанного эхо-сигнала, отраженного от неоднородности волнового сопротивления. Основными результатами являются форма эхо-сигнала и его задержка. По величине задержки можно найти расстояние до дефекта. В

определении задержки кроется основная проблема.



Рис. 2. Методы непрерывного контроля изоляции

В идеальных условиях (рис.3.а) необходимо знать, где начало импульса и начало эхо-сигнала.

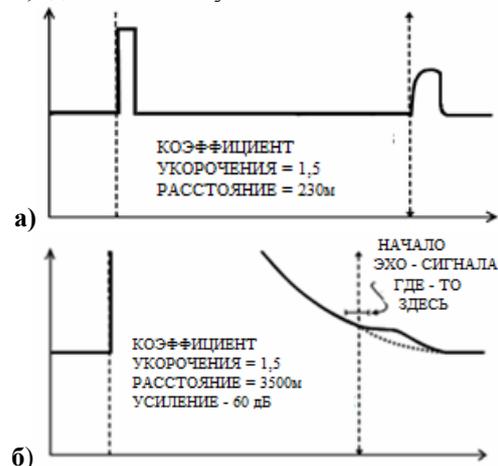


Рис. 3. а) идеальный случай для импульсной рефлектометрии
б) Обычный тяжелый случай

Для не очень хороших городских кабелей ТПП длиной несколько километров картина может стать достаточно загадочной. В случаях с использованием длинных зондирующих импульсов это приводит к типичной картине (рис.3.б) В этом случае идентификация практически не возможна. Такой подход, не годится при поиске реальной неисправности.

Метод контроля состояния изоляции кабельных (КЛ) и воздушных (ВЛ) линий по уровню и распределению частичных разрядов (ЧР) под рабочим напряжением. В настоящее время является наиболее современным и эффективным. Это объясняется высокой чувствительностью метода, и возможностью контроля состояния оборудования во включенном состоянии, т. е. режиме «on line». На основании измерения уровня частичных разрядов в изоляции, анализа их амплитудно – фазового – частотного распределения, удастся контролировать общее состояние изоляции, дифференцировать и

локализовать отдельные дефекты, определять степень их развития. Преимуществом использования метода контроля ЧР в оборудовании, является наличие эффективных экспертных систем (компьютерных программ), позволяющих проводить не только общую оценку состояния изоляции линий, но и выявлять конкретные типы дефектов в изоляции, контролировать степень их развития.

Интеллектуальная релейная защита от ОЗЗ описанная в [2], рис.4, где 1- Блок учета изменений конфигурации сети, 2- Блок сравнения I_0 с заданным значением, 3- Блок изменения места и сопротивления сети, 4- Математическая модель сети, 5- Блок сравнения расчетного и действительного вектора I_0 , 6- Идентификация L_d и R_d , *- Другие присоединения, непрерывно контролирует амплитуду токов нулевой последовательности всех присоединений. Превышение по одному из присоединений заданного значения расценивается как появление дефекта изоляции, в том числе может быть и замыкание на землю.

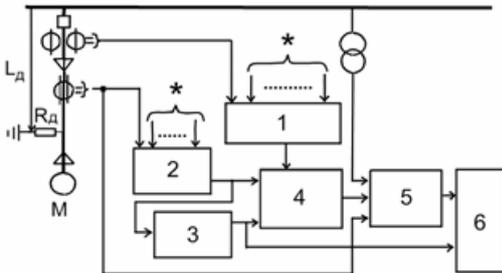


Рис. 4 Интеллектуальная система выявления локальных дефектов изоляции

Диагностика состояния изоляции КЛ и ВЛ производится оборудованием марок «ССМ-6», «СДМ-9» и «OVM», предназначенные для регистрации частичных разрядов в изоляции. Все приборы измеряют и сохраняют в памяти различную информацию об импульсах. Это дает возможность рассчитывать практически любые параметры частичных разрядов.

Общая характеристика метода автоматизации (экспертной системы)

Целью является анализ аварийных ситуаций, формирование отчета в течение нескольких минут после аварии для инженеров служб релейной защиты и ОДС. Обобщенное сообщение оперативному персоналу содержит информацию о поврежденном элементе, правильно и неправильно действовавших и отказавших устройствах релейной защиты и автоматики, а также выключателей. В упрощенном виде экспертная система может быть реализована в цифровых регистраторах. Блок-схема экспертной системы анализа

аварийных ситуаций в электроэнергетической системе, приведена на рис. 5.

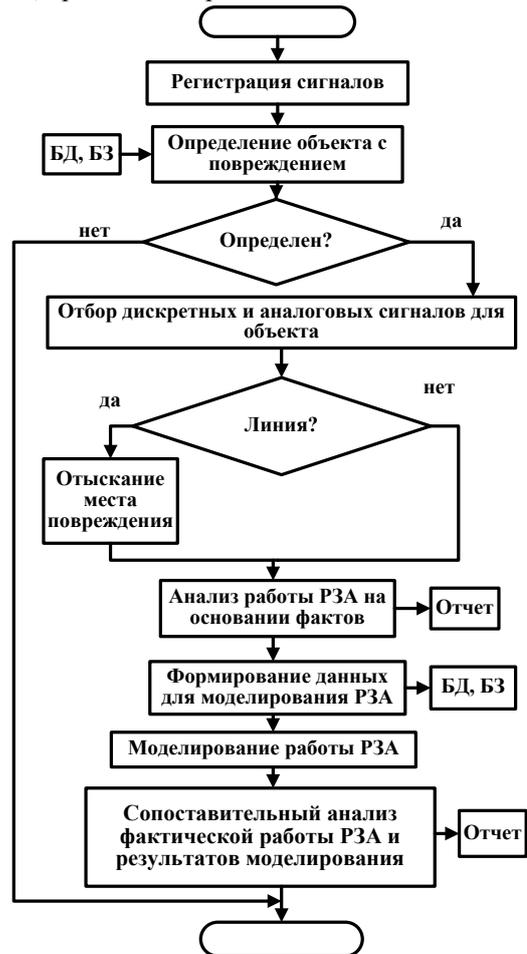


Рис. 5 Блок-схема экспертной системы

Вывод

Из проведенного анализа видно, что самым эффективным методом непрерывного контроля кабельной изоляции является контроль уровня и распределения частичных разрядов в изоляции, но так же достойным внимания и дальнейшего развития является интеллектуальная релейная защита от ОЗЗ и методы непрерывного контроля изоляции. Проведен обзор средств защиты электрооборудования сетей от последствий однофазных замыканий на землю.

Литература

1. Качесов В.Е. Метод определения зоны однофазного замыкания в распределительных сетях под рабочим напряжением. – Электричество, 2005, № 6.
2. Сидоров А.И., Хусаинова Н.А. Определение проводимости изоляции по отношению к земле для сетей напряжением 6-35 кВ с изолированной нейтралью / Электричество.-2001

COLOR CLUSTERING AND SEGMENTATION USING KOHONEN MAPS

Arash Kermani Kolankeh
 Tomsk Polytechnic University
arash@tpu.ru

Abstract

This paper presents the application of Kohonen Self Organizing Maps (SOM) in colors segmentation in color images. Initially a Kohonen Map was used to cluster colors and then each cluster is used to classify a group of similar colors.

Introduction

Self Organizing Maps have the ability to classify data without supervision. SOM is an inspiration of the way brain processes information. In order to process the big amount of information brain receives, it uses a topological ordered computation.

That is, different parts of brain process different ranges of input information. In order to relate a specific range of information to a specific group of neighboring neurons, these neurons exhibit each other and inhibit neurons far away from being excited and this way compete to determine the winner neuron. At the end, each class of the continuous data is mapped to a neuron.

This fact can be used to classify data and mapping it to a discrete space of neurons. Once the neural network is trained and the weights are fixed, by feeding each point of the data space to the network, the winning neuron determines the class to which the data point belongs to. This fact can be used to classify colors in an image. [4]

Lab color space

This color space is designed to approximate human vision. The three coordinates of LAB represent the lightness of the color (L), its position between red/magenta and green (A) and its position between yellow and blue (B). [3]

The reason of using this color system was that in fact the lightness dimension can be omitted in classification and the space coordinates can be decreased to two; A and B. Computation in this two dimensional space is simpler than in the RGB three dimensional space.

Kohonen Self Organizing Maps

A Kohonen Map consists of a layer of a Self Organized Layer in which neurons compete to determine the winner. This layer is connected to an unorganized layer of inputs using a set of synaptic connections.

After feeding each input, all the synaptic weights are adjusted in favor of the winning neuron (and a neighborhood of it which decrease to one by time) so that if the same input is presented, this neuron will have a greater chance to win.

This is done by adapting the weights of the winning neuron in the way that the Euclidean distance between the input vector and the weight vector is minimized. This is based on the fact that we have the maximum inner product of the weight and the input vectors (maximum neuron's output) when the Euclidean distance between them is minimum. This is presented on the figure (1).

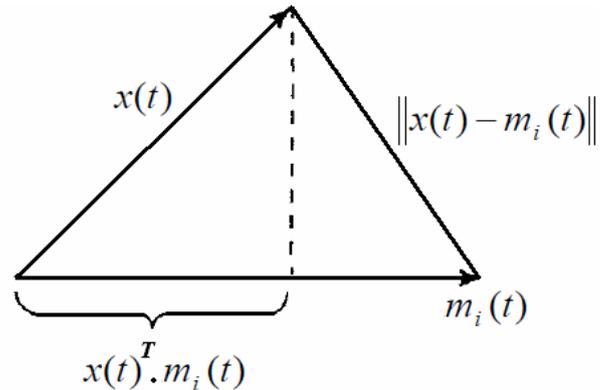


Fig. (1): Illustrating the relationship between inner product and Euclidean distance of weight and input vectors. [3]

So during the training cycle, actually weight vectors move to the point of the space which has less distance with the input vectors.

Implementation

the experiment was done in the Matlab environment. It provides function newsom for creating Self Organizing Maps that uses Kohonen Learning Rule for training neural network, i.e. to adjust the weight vectors.

The rule follows two basic steps: finding the winner neuron determined by the minimum Euclidean distance to the input vector and updating the position of the weight vectors: [1]

$$\|x(t) - m_c(t)\| = \min_i \|x(t) - m_i(t)\|$$

If $i \in N_c$ then

$$m_i(t+1) = m_i(t) + \alpha(t)[x(t) - m(t)]$$

Else $m_i(t+1) = m_i(t)$

Where for time t, x is the input vector, m_c is the winner neuron's weights vector, m_i is any weight vector, α is the learning rate and N_c is the neighborhood of the winner neuron. This neighborhood shrinks to one while the network gets trained. In this work the neighborhood was 3 and the steps number for neighborhood to shrink to 1 was equal to 100.

The two dimensional color vectors of 309*284 pixels of a brain f-MRI were feed to the neural network for 5 times (5 training epochs). The number of clusters i.e. the number of the SOM layer neurons was set to 10 to classify 10 different colors in the image.

After the network was trained, during 10 cycles all existing colors in the image were compared to the cluster values and in each cycle colors nearest to one of the cluster centers were saved to a specific matrix. This way each matrix contained just one group of colors.

Телегин For example in figure (2.b) you can see the red color separated from the original f-MRI image (figure (2.a)). Figure (2.c) represents all color groups together separated by borders.

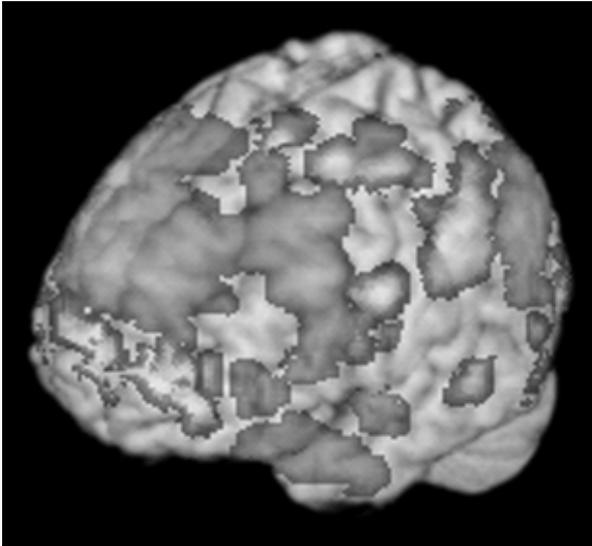


Fig. (2.a): The Original f-MRI image.



Fig. (2.b): Red part of the image separated.

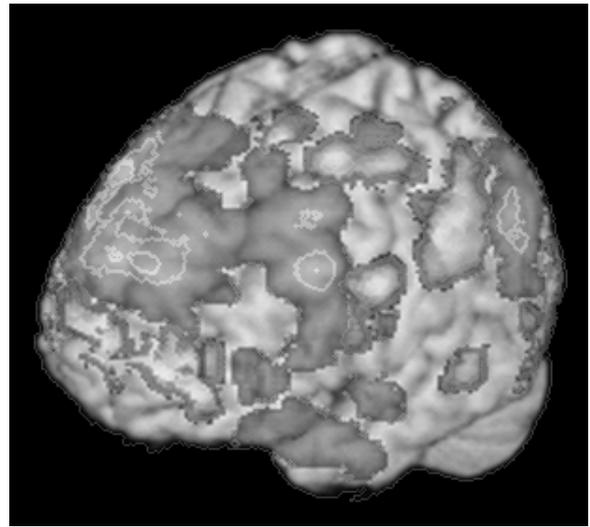


Fig. (2.c): All classified colors together.

Conclusion

In this work color clustering was used for segmentation of colors in an image.

A Self Organizing Map was used for color clustering as it is able to cluster any composition of colors without supervision.

Once the SOM is trained it can be used for clustering and segmentation of the images with the same color ranges.

References:

1. Simon Haykin, "Neural Networks a Comprehensive Foundation", McMaster University, Canada.
2. Matlab Help
3. Wikipedia
4. Lecture Series on Neural Networks and Applications by Prof. S. Sengupta, Department of Electronics and Electrical Communication Engineering, IIT Kharagpur

АВТОМАТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕМАНТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Пилипенко Т.О.

Научный руководитель: Тузовский А.Ф.

Томский Политехнический Университет

tanya-8b50@bk.ru

За последние десятилетия быстрыми темпами развивается аппаратное и программное обеспечение, совершенствуются технологии хранения и записи данных, создаются совершенно новые алгоритмы обработки информации. Объем информации становится необъятным.

В связи с этим встают вопросы повышения эффективности решения задач накопления, обработки и поиска информации. Для решения этих задач привлекаются современные достижения в области информационных технологий. С решением этих проблем тесно связаны понятия Data Mining и семантических технологий.

Кратко рассмотрим эти технологии и приведем пример системы, совмещающей их преимущества для решения задачи автоматической классификации.

Data Mining - это процесс обнаружения в сырых данных ранее неизвестных, нетривиальных, практически полезных и доступных интерпретации знаний, необходимых для принятия решений в различных сферах человеческой деятельности [1].

Суть и цель технологии Data Mining можно охарактеризовать так: это технология, которая предназначена для поиска в больших объемах данных неочевидных, объективных и полезных на практике закономерностей.

"Mining" по-английски означает "добыча полезных ископаемых", а поиск закономерностей в огромном количестве данных действительно сродни этому процессу.

Цель поиска закономерностей - представление данных в виде, отражающем искомые процессы.

Одной из наиболее простых и распространенных задач Data Mining является Классификация (Classification). В результате решения задачи классификации обнаруживаются признаки, которые характеризуют группы объектов исследуемого набора данных - классы; по этим признакам новый объект можно отнести к тому или иному классу [1].

Классификация - системное распределение изучаемых предметов, явлений, процессов по родам, видам, типам, по каким-либо существенным признакам для удобства их исследования; группировка и сходных понятий и расположение их в определенном порядке, отражающем степень этого сходства.

Для классификации используются различные методы. Основные из них [1]:

- классификация с помощью деревьев решений;
- байесовская (наивная) классификация;

- классификация при помощи искусственных нейронных сетей;
- классификация методом опорных векторов;
- статистические методы, в частности, линейная регрессия;
- классификация при помощи метода ближайшего соседа;
- классификация CBR-методом;
- классификация при помощи генетических алгоритмов.

Рассмотрим понятие онтологии.

Онтология (в информатике) — это попытка всеобъемлющей и детальной формализации некоторой области знаний с помощью концептуальной схемы. Обычно такая схема состоит из иерархической структуры данных, содержащей все релевантные классы объектов, их связи и правила (теоремы, ограничения), принятые в этой области.

Онтологии применяются в искусственном интеллекте, семантическом Web и семантических технологиях, как форма представления знаний о реальном мире или его части.

Термин онтология пришел из философии (происходит из попытки Аристотеля классифицировать предметы в мире), где он используется для обозначения системы знаний, которые относятся к окружающему миру (в противовес системе знаний о внутреннем мире человека).

В контексте информационных технологий представления знаний, термином онтология можно определить некоторый механизм, способ, который используется для описания некоторой области знаний (предметной области или домена), в частности базовых понятий этой области, их свойств и связей между ними.

Онтологии позволяют представить (описать) новые понятия так, чтобы они стали пригодными для машинной обработки.

С помощью онтологии можно "перекинуть мостик" между новыми понятиями, с которыми система еще не встречалась, и описаниями уже известных классов, отношений, свойств и объектов реального мира.

Компоненты, из которых состоят онтологии, зависят от парадигмы представления. Но практически все модели онтологий в той или иной степени содержат *концепты* (понятия, классы, сущности, категории), *свойства* концептов (слоты, атрибуты, роли), *отношения* между концептами (связи, зависимости, функции) и дополнительные *ограничения* (определяются

аксиомами, в некоторых парадигмах фасетами) [2].

Концепты используются в широком смысле. Они могут быть абстрактными или конкретными, элементарными или составными, реальными или фиктивными. Другими словами, концептом может быть что-нибудь, относительно чего что-то утверждается, и, поэтому могло бы также быть описанием задачи, функции, действия, стратегии, процесса рассуждая и т.д.

Отношения представляют тип взаимодействия между концептами домена. Примерами бинарных отношений могут служить "part-of" и "connected-to".

Аксиомы используются для моделирования утверждений, которые всегда являются истинными.

Они могут быть включены в онтологию для нескольких целей, например, ограничение информации, содержащейся в онтологии, проверка корректности или вывод новой информации.

Термин экземпляр используются для представления элементов предметной области, описываемых некоторым понятием (концептом) онтологии. Онтология вместе с множеством экземпляров составляет базу знаний.

Свойства описанных выше технологий были применены для автоматической классификации файлов произвольных типов. Опишем архитектуру системы, реализующей данную задачу, и ее алгоритм классификации

Система предназначена для автоматической классификации файлов произвольных типов, используя метаданные, основанные на онтологической модели. Классами в нашем случае является иерархия папок. Каждый новый файл должен быть отнесен к одной или более папкам.

Файлы и папки имеют описание в виде семантических метаданных, которые содержат набор понятий онтологической модели и коэффициенты соответствия этим понятиям.

Онтологическая модель в самом простом случае содержит иерархию понятий для описания файлов и папок. Онтологическая модель описывается с использованием какого-либо редактора (например, Protege) на языке OWL.

Классификация проводится на основе метаданных файлов и метаданных папок. На каждом шаге классификации метаданные файла поочередно сравниваются с метаданными папок, и подсчитывается коэффициент близости папки i и файла j (Φ_{ij}). Если этот коэффициент больше заданного порогового значения, то в папку i добавляется ссылка на файл j и процесс продолжается, пока не будут просмотрены все папки.

Коэффициент близости может быть рассчитан различными способами. В самом простом случае, когда не заданы коэффициенты соответствия, он может быть рассчитан, как отношение количества совпавших определений к общему количеству определений, по следующей формуле:

$$\Phi_{ij} = \frac{xy}{x+y}$$

где x – множество определений для файла, y – множество определений для папки.

Главным преимуществом такой реализации классификации является использование семантических метаданных.

С помощью различных систем для работы с онтологическими моделями можно получить дополнительную информацию о соотношениях понятий, о том, к каким классам они относятся, являются ли зависящими друг от друга.

Все это позволяет провести классификацию более качественно и выявить связь между файлом и папкой даже в том случае, если прямого совпадения понятий в метаданных нет.

Для пользователя данная система выглядит следующим образом:

— С помощью редактора рубрик пользователь создает иерархию папок в файловой системе.

— Используя понятия онтологической модели, описывает для каждой папки метаданные, которые будут характеризовать ее содержимое.

— Файлы, которые необходимо классифицировать (т.е. поместить ссылки на них в соответствующие папки), должны сохраняться в определенной папке «Архив документов»

— При сохранении файла в папку «Архив документов» пользователь получает доступ к редактору семантических метаданных файла, с помощью которого может описать с помощью понятий онтологической модели метаданные файла.

— После создания и сохранения метаданных файла, система автоматически помещает в соответствующие папки ссылки на данный файл.

В скором времени предполагается начать программную реализацию данной системы.

Литература

1. INTUIT.ru: Курс: Data Mining [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.intuit.ru/department/database/datamining>, свободный
2. Тузовский А.Ф., Чириков С.В., Ямпольский В.З. Системы управления знаниями (методы и технологии) / под общей редакцией В.З. Ямпольского. – Томск: Изд-во НТЛ, 2005 – 260 с.

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ С ФОРУМОВ НА ОСНОВЕ СЕМАНТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Ковриго А.Е., Мокроусов М.Н.

Ижевский государственный технический университет
showmessage@narod.ru

Введение

Электронная коммерция продолжает активно развиваться, все больше и больше товаров сейчас становятся доступными через сеть Интернет. Это замечают все: от простых обывателей до крупных торговых компаний. И если последние могут позволить себе создание собственного электронного магазина, то единственным способом для всех остальных продать что-либо остаются разного рода объявления.

Стремясь шагнуть в ногу со временем, такие традиционно бумажные издания, как, например, «Из рук в руки», переходят на цифровой формат. Однако с развитием социальных сетей, подача объявлений в газету (пусть и в электронном виде) становится далеко не единственным способом дешево и эффективно донести его до потенциальных покупателей. Объявления можно публиковать, например, на форумах, досках объявлений и пр. Действительно, разместить объявление в электронном виде гораздо быстрее, легче и, к тому же, не требует финансовых затрат (если не брать в расчет стоимость интернет-трафика). Но с новыми технологиями появляются и новые проблемы. Мест, где можно разместить объявления, слишком много. Как в этой ситуации поступать покупателю? Как быстро найти нужный товар, не заходя на несколько сотен сайтов, каждый из которых при этом имеет собственный, отличный от других, интерфейс поиска?

О системе

Мы попытались решить эту проблему. Нашей целью стала разработка системы, которая смогла бы не только собрать всю информацию о товарах, продаваемых по объявлениям в Интернете, в одном месте, но и структурировать ее, привести к единому формату описания, дополнить сведениями от производителей для упрощения и расширения возможностей поиска.

Как это работает?

1. Система проводит периодический мониторинг заранее предопределенного списка сайтов на предмет размещения новых или изменения старых объявлений. Объявления считываются и заносятся в базу на центральном сервере в том виде, в котором они были размещены.

2. Система анализирует тексты объявлений и извлекает из них данные о товаре (марка, модель, состояние, комплектация и т.д.), продавце (контактная информация) и месте продаже.

3. После определения марки и модели, система дополняет информацию о товаре его техническими характеристиками, опубликованными компанией-производителем.

4. Система предоставляет пользователям богатые средства для поиска товаров по различным параметрам, включая полнотекстовый поиск по текстам всех объявлений.

5. Система накапливает статистику и предоставляет средства для ее анализа (средняя цена на товар за период, динамика цен и т.д.).

Конкуренты

Разумеется, попытки создания подобных систем уже предпринимались. Наиболее яркими примерами на сегодняшний день являются «Google: поиск по объявлениям» и «Yandex: авто». Рассмотрим их подробнее.

«Google: поиск по объявлениям» позволяет искать книги, мобильные телефоны, мебель и т.д. (на данный момент доступно всего 10 категорий товаров). Недостатки:

1. Поиск возможен всего лишь по двум критериям: цена и город. Из объявлений не извлекается множество полезной информации о самом товаре (марка, модель, состояние, комплектация и т.д.) и о его продавце (контактная информация).

2. Т.к. модель и марка товара не определяются, нет возможности добавить в критерии поиска технические характеристики товара.

3. На сайтах, индексируемых сервисом «Google: поиск по объявлениям», и цена, и город вынесены в отдельную графу. Исходя из этого, можно предположить, что поиск невозможен, например, на обычных форумах, где объявления полностью неструктурированы.

4. Нет возможности собрать и проанализировать статистику продаж. Как минимум, узнать среднюю цену на тот или иной товар.

«Yandex: авто» позволяет искать только автомобили. Однако, в отличие от Google, перечень критериев для поиска у него значительно шире. В него входят марка, модель, год выпуска и прочие технические характеристики. Тем не менее, вся эта информация хранится на индексируемых сайтах в уже структурированном виде (пользователи вводят ее в разные графы). Это, как и в случае с Google, существенно сужает спектр поиска.

Анализ текстов объявлений

Чтобы устранить перечисленные выше недостатки мы разработали методы интеллектуального анализа текстов объявлений. Далее речь в настоящей статье пойдет именно о них. Рассмотрим основные проблемы анализа:

1. Для написания объявлений не требуется литературного образования, объявления обычно не проходят через строгую модерацию, цензуру и

пр., поэтому во всех без исключения объявлениях есть ошибки – опечатки, орфографические и грамматические.

2. Авторы объявлений активно используют сокращения, причем сокращения далеко не всегда общепринятые.

3. Вместо английских слов употребляются транслитерации. Разумеется, не всегда корректно составленные.

4. Используются смайлики и другие элементы «украшательства» с применением псевдографики.

5. Тексты объявлений часто форматируются: оформляются красные строки, нумерованные и нумерованные списки и т.д.

6. Некоторые слова сознательно искажаются (сленг), используются специфичные для каждого сегмента рынка термины.

Вообще говоря, семантический анализ текстов – задача сама по себе достаточно нетривиальная и универсального решения для нее не существует. Для каждой предметной области (для каждой категории товаров) нужны свои алгоритмы, учитывающие ее конкретные особенности. Возьмем для примера объявления о продаже сотовых телефонов. Рассмотрим некоторые их особенности:

1. В одном объявлении могут упоминаться сразу несколько моделей телефонов: если один телефон меняется на другой, если продаваемый телефон сравнивается с другим и, наконец, если продается сразу несколько телефонов.

2. Могут использоваться разные единицы измерения при указании цены: рубли и тысячи рублей. Единицы измерения могут не указываться вовсе, в этом случае цену легко перепутать с моделью телефона.

3. Количество цифр в номере городского телефона зависит от места продажи.

4. Номер ICQ может совпадать по формату с номером городского телефона.

5. В тексте объявления может не быть упоминаний о том, продается телефон, покупается или обменивается.

Теперь перейдем непосредственно к методам анализа. В процессе анализа используются регулярные выражения, семантический словарь и синтаксический анализатор. Начнем с регулярных выражений. С помощью них удаляются смайлики, псевдографика и форматирование, а также извлекается достаточно простая информация, такая как цена или номер ICQ продавца. Для распознавания более сложной информации, например, модели телефона или типа объявления (продажа, покупка или обмен), применяется семантический словарь. Он представляет собой словарь, содержащий «ключевые» слова

предметной области, объединенные в группы, а также «смысл» каждого из них. Например:

– слова-синонимы «продажа», «продаю», «продается» и т.д. относятся в словаре к группе «тип объявления» и обозначают «объявление о продаже» слова-синонимы «Эплл», «Эпл», «Apple» и т.д. относятся к группе «марка телефона» и обозначают марку «Apple»

Важно отметить, что для описания синонимов семантический словарь позволяет использовать регулярные выражения, что существенно упрощает его наполнение. Помимо этого, есть набор скриптов, способных генерировать синонимы слов автоматически (например, варианты написания моделей телефонов с учетом транслитерации).

Рассмотрим, как определяется тип объявления. Для начала, из словаря извлекаются все синонимы всех ключевых слов группы «тип объявления». Далее производится поиск этих слов в тексте, и если найдено хотя бы одно слово, определяется его «смысл» (например, «объявление о продаже»). Для извлечения информации о состоянии телефона, его комплектации, цвета и т.д. наряду с семантическим словарем также используется синтаксический анализ [1]. Для начала, в тексте объявления исправляются все орфографические ошибки, после чего проводится его синтаксический разбор (выявляются роли слов и отношения между ними). После выполнения синтаксического разбора, производится поиск слова, являющегося цветом (согласно семантическому словарю), после чего находятя все связанные с ним определения и дополнения. В итоге получается полное описание цвета, например «черный с красными полосками».

Заключение

Возвращаясь от технической задачи анализа к системе в целом. Что даст эта система конечному пользователю? Во-первых, широкие возможности поиска товаров, продаваемых по всей России. Во-вторых, что не менее важно, система позволит использовать накопленные и структурированные данные при проведении всестороннего анализа рынка – выявлять тенденции изменения спроса и предложения, динамику цен и многое другое.

Литература

1. Мокроусов, М.Н. Интеллектуальный поиск в задаче извлечения знаний из естественно-языковых текстов/ М.Н. Мокроусов // Всероссийская конференция с элементами научной школы для молодежи «Проблемы научных исследований в области обработки, хранения, передачи и защиты информации». В 4 т. Т. 2. – Ульяновск : УлГТУ, 2009. – С. 347-355.

ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ АРМ ГИСТОЛОГА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ ПАРАМЕТРОВ ТКАНИ ПУТЕМ РАСПОЗНАВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ ЕЕ КЛЕТОЧНОЙ СТРУКТУРЫ

Иконников М.С., Аксенов С.В.

Томский политехнический университет
ikonnikovms@gmail.com

В современной медицине для постановки и подтверждения многих диагнозов требуется исследование препарата ткани под микроскопом. Часто лаборанты медицинских лабораторий делают снимки увеличенных под микроскопом тканей, чтобы затем проводить анализ на фотографиях. Изображение увеличенного под микроскопом препарата в общем случае представляет собой набор различных объектов (клеток, соединительной ткани), которых может быть достаточно большое количество. Исследование ткани включает подсчет различных типов клеток ткани на определенной площади, анализ их формы и цвета и получение таким образом некоторых статистических данных. Если анализ достаточно сложен, то обычно он производится вручную, что занимает много времени, так как интересующих клеток может быть несколько десятков или сотен. Разумеется, существует необходимость автоматизации этого процесса.

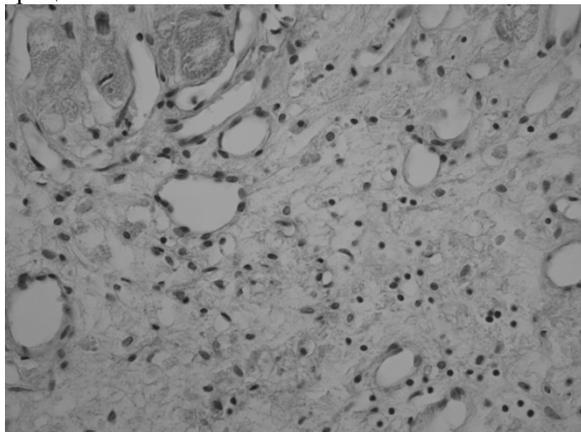


Рис. 1. Пример ткани

Для автоматического анализа тканей и проб клеток существуют специальные приложения. Работа их основана на анализе цифрового фотоизображения увеличенного под микроскопом препарата. В основном это приложения, производящие цитологический анализ, задачи которых сводятся к определению положения всех клеток на изображении и их подсчету. Также существуют программы для анализа изображений ткани. Однако функционал их весьма ограничен, а время анализа достаточно длительно. Таким образом, возникает необходимость в приложениях с достаточно широким функционалом, касающимся анализа изображения и производства статистики на основе этого анализа.

При работе со специалистами, занимающимися гистологическим и цитологическим анализом были выявлены следующие требования.

1. При работе с приложением открывается файл с фотографией ткани. Фотография отображается в левой части окна приложения. Необходимо предусмотреть возможность увеличения и уменьшения изображения (в идеале - скроллером мыши) и навигации по увеличенному изображению (путем перетаскивания мышкой).

В правой части приложения выбирается увеличение. Так как оптический микроскоп обладает двумя увеличивающими линзами, каждая из которых обладает своим коэффициентом увеличения, то предлагается возможность установить галочку «Оптический микроскоп», которая будет преобразовывать единственное поле для введения увеличения электронного микроскопа в два различных поля для линз оптического микроскопа. Из выпадающего списка выбирается рассматриваемый орган, который фактически означает коллекцию клеток, которые могут в этот орган входить. Из следующего выпадающего списка выбирается интересующий вид клеток из списка, соответствующего выбранному органу. Выбирается метод окрашивания исследуемого препарата, который фактически предопределяет вид, уже входящих в этот орган клеток. На панели со вкладками во вкладке «Настройки» выбираются тип и свойства необходимого расчета. Во вкладке «Расчеты» в текстовом поле происходит вывод результатов, по нажатию кнопки «Расчет».

Среди пунктов настроек могут быть: определение количества клеток, похожих на те, относительно которых производится расчет, размеры клеток (средний размер), относительные размеры клеток (площадь, приходящаяся на клетку, к площади всей фотографии), определение формы (схожесть с элементарными формами) и др. Пользователю должен быть дан инструментарий для самостоятельного выделения клеток: выделение свободной формы, выделение области («волшебная палочка»), инструмент для разделения одной области на несколько частей, инструмент для снятия выделения. Все эти инструменты помещаются на панель инструментов.

2. Должна быть возможность запоминать клетки для последующего их распознавания на изображениях.

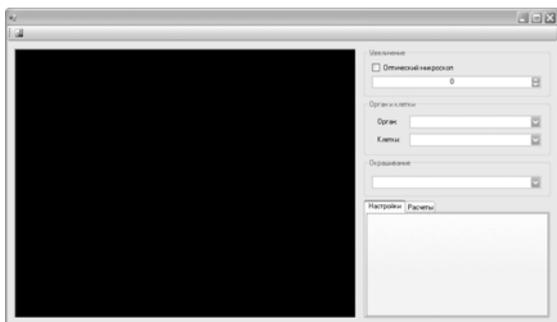


Рис. 2. Внешний вид приложения

Таким образом, основной задачей работы является нахождение надежного алгоритма распознавания клеток на изображении ткани. Также важно, что алгоритм должен быть обучаемым, и пользователю должна быть дана возможность его обучать, что значительно усложняет задачу.

Существующие решения

В поисках существующих решений были рассмотрены следующие приложения:

EImage. Фактически приложение является интерфейсом для управления библиотекой ImageMagick с помощью языка R. Поэтому пользователю не предоставляются непосредственно инструменты поиска интересующих клеток, но даются средства для самостоятельного составления алгоритма распознавания на основе простейших алгоритмов обработки изображений.

Lohitha. Приложение для подсчета кровяных клеток, требующее участия лаборанта. Предлагает расчет различных статистических данных и работает с высокой точностью, но работает только с клетками крови.

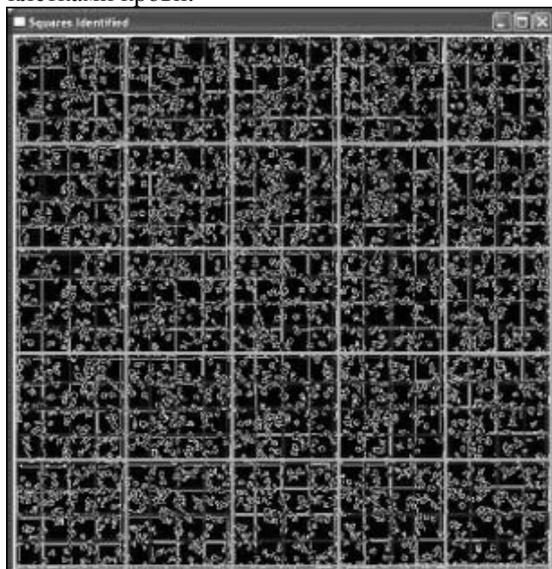


Рис. 3. Приложение Lohitha

Также существуют описания специализированных алгоритмов:

Микроскопическая сегментация клеток посредством параллельного обнаружения и алгоритма слияния. Основная цель алгоритма – достижение максимальной точности путем

параллельного выполнения двух различных алгоритмов распознавания и объединения полученных результатов. Недостаток заключается в узкой направленности: алгоритм рассчитан на обнаружение одинаковых клеток на равномерном фоне. Для ткани такой алгоритм будет уже куда менее точным.

СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КЛЕТОЧНОГО ГРАФА. АЛГОРИТМ ПРЕОБРАЗУЕТ ИЗОБРАЖЕНИЕ В ГРАФ И АНАЛИЗИРУЕТ МАТРИЦУ СМЕЖНОСТИ. ОТДЕЛЬНЫЕ КЛЕТКИ НЕ РАСПОЗНАЮТСЯ, НО СРАЗУ ПОЛУЧАЮТСЯ СТАТИСТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ О ИЗОБРАЖЕНИИ, ПОЗВОЛЯЮЩИЕ СДЕЛАТЬ ВЫВОДЫ О НАЛИЧИИ НЕКОТОРЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ.

Предлагаемый алгоритм

На настоящий момент предполагается следующий алгоритм распознавания:

- 1. Получение градиента.** Шаг необходим для определения резкости краев клеток, что позволит сделать вывод об их природе (различные клетки могут иметь одинаковый цвет и схожий внешний вид).
- 2. Поиск границ.** Шаг необходим для локализации отдельных клеток, что будет использовано для их подсчета. Для следующего шага алгоритм поиска границ должен возвращать цветные границы, соответствующие градиенту на данном участке изображения.
- 3. Выбор только необходимых границ.** Отсев ненужных границ по резкости границы (вывод о которой можно сделать по ее цвету), форме и размеру.
- 4. Анализ цвета содержимого для выбора искомого объектов.** Шаг, также являющийся этапом отсева.
- 5. Запоминание найденных объектов.** Шаг, необходимый для дальнейшего получения статистических данных.

Литература

1. Oleg Sklyar, Wolfgang Huber. Image analysis for microscopy screens: Image analysis and processing with EImage. Статья, 2006 – 5с.
2. Eric Dahai Cheng, Subhash Challa, Rajib Chakravorty, John Markham. Microscopic Cell Segmentation by Parallel Detection and Fusion Algorithm. Статья, 2009 – 7с.
3. Cigdem Demir, S. Humayun Gultekin, Volent Yener. Spectral analysis of cell-graphs for automated cancer diagnosis.
4. An Extensible Vision Application For Blood Cell Recognition And Analnsys. Статья, 2007 – 13с.

СОЗДАНИЕ ОНТОЛОГИИ ОЦЕНКИ САМОЧУВСТВИЯ ПАЦИЕНТОВ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ ОБРАБОТКИ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ

Рахимов Э.Р., Телегина М.В.
Ижевский государственный технический институт
mari_tel@mail.ru

По данным Всемирной организации здравоохранения болевые синдромы составляют одну из ведущих причин обращений к врачу. Боль сопровождает большинство острых и хронических заболеваний и является наиболее часто встречающимся патологическим синдромом. Существующие исследования по восприятию боли и цвета в зависимости от интенсивности болевых ощущений и формы болевого синдрома, были положены в основу метода оценки боли в экспертной системе оценки боли "Пересвет АнтиБоль» [4]. Однако, у каждого пациента вербальная составляющая интеллекта развита неодинаково, и указать источники боли на карте локализации сможет не каждый пациент. В случаях, когда пациент проходит определенное лечение, нигде не фиксируется изменение его состояния до и после процедур. А если курс лечения представляет собой несколько достаточно сложных процедур, то возникает необходимость учета прогрессирования болевых симптомов и оценка эффективности лечения. Поэтому проблема диагностики боли и ее лечения занимает одно из центральных мест в медицинской практике.

Для решения задачи формализации состояния больного, хранения данных пациента разрабатывается автоматизированная система обработки и визуализации информации о самочувствии пациента необходима разработка онтологии состояния пациента. База данных такой системы должна строиться на основе онтологии, как точной спецификации предметной области, обеспечивающей словарь для представления и обмена знаниями об этой предметной области и множество связей, установленных между терминами в этом словаре. В простейшем случае построение онтологии сводится к выделению *концептов* (базовых понятий данной предметной области) и построению *связей* между концептами – определению соотношений и взаимодействий базовых понятий. Процесс создания онтологии состоит из следующих этапов: спецификация, концептуализация, формализация, интеграция, реализация, эксплуатация. Перечисленные этапы согласуются с предложенным выше стандартом и дополненные этапом проверки могут считаться базовыми для построения онтологий [3]. В качестве инструмента разработки онтологии предметной области была выбрана система управления базами знаний KG [1].

Рассмотрим модель представления знаний в онтологии на основе дерева концептов. Дерево задает иерархию концептов. Концепт базы знаний

(понятие) определяет подмножество экземпляров, у которых значения параметров удовлетворяют данному понятию. То есть экземпляры являются листьями деревьев (данными). В системе KG управления базами знаний имеется три базовых физических конструкции для хранения информации: дерево – концепт – экземпляр (рис.1) и четыре семантические категории для наполнения концептов и экземпляров: предмет; процесс; свойство; отношение (рис. 2).

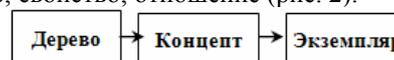


Рис. 1. Конструктивные элементы базы знаний



Рис. 2. Виды концептов

Дерево задает иерархию концептов. Концепт базы знаний (понятие) определяет подмножество экземпляров, у которых значения параметров удовлетворяют данному понятию, т.е. экземпляры являются листьями деревьев (данными). База знаний представляет собой семейство деревьев:

$\langle \text{Дерево концептов} \rangle ::= \langle \text{Номер уровня} \rangle, \langle \text{Концепт} \rangle, \langle \text{Список подконцептов} \rangle.$

Концепты являются узлами деревьев знаний.

Обычно в системах для разработки онтологий для каждого понятия задают слоты – свойства, которыми оно обладает. В системе KG свойства описываются в *разделе знаний о свойствах* материалов, предметов, процессов, которые представляют собой классификационное дерево свойств (атрибутов), сгруппированных по назначению, физическим, физиологическим, психофизическим, социологическим и прочим критериям. Концепт-свойство имеет вид:

$\langle \text{Свойство} \rangle ::= \langle \text{Имя} \rangle, [\langle \text{Комментарий} \rangle], \langle \text{Тип значения} \rangle, [\langle \text{Метод} \rangle],$

где: *Имя* – имя свойства;

Комментарий – текст на естественном языке;

Тип значения – непрерывный (real), например, длина, площадь, вес, скорость и т.д.; дискретный (integer), например, количество; денежный; качественный (перечислимый), например, "малый", "средний", "большой" и т.п.; текстовый (string); ссылочный;

Метод – способ вычисления свойства;

Для разработки онтологий в системе KG используются следующие процедуры:

1. Определить главный, соответствующий назначению предприятия-заказчика процесс.

2. Также определиться с побочными и вспомогательными процессами.
3. Определить всех участников процессов и их роли/ресурсы.
5. Каждое понятие сформулировать словесно.
6. Описать способ однозначного определения, удовлетворяет ли некоторый объект данному понятию.
7. Понятия не должны пересекаться, но одно понятие может быть подклассом другого.
8. Определить, к какой категории в системе KG относится данное понятие.
9. Поскольку чаще всего отношения возникают в ходе осуществления какой-либо деятельности и имеют в силу этого динамический характер, то более удобно описывать сущности процессов как *многоместные отношения*, а затем извлекать бинарные и тернарные отношения из экземпляров реальных процессов.

На основе выполнения данных процедур разработана онтология предметной области самочувствия пациента (рис.3).

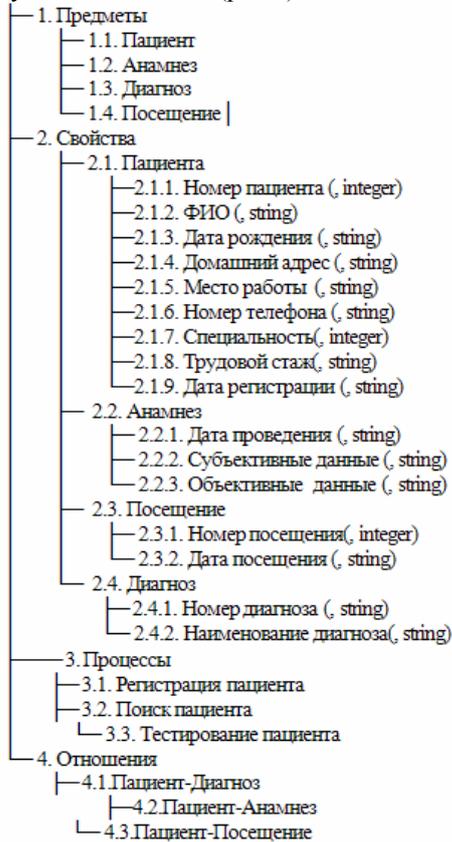


Рис. 3 Онтология предметной области системы анализа динамики состояния

Основными предметами системы являются пациент, анамнез, диагноз, посещение.

У каждого пациента есть такие свойства как номер, ФИО, дата рождения, дата регистрации в базе данных системы, сведения о месте работы, трудовом стаже.

У каждого анамнеза есть дата проведения, данные субъективного и объективного обследования.

Также был определен предмет посещения, у которого есть такие свойства как дата посещения номер посещения.

С помощью процесса «Регистрация пациента» на основе данных конкретного пациента создаётся его карта.

Процесс «Поиск пациента» необходим для поиска пациента в базе данных системы по некоторым свойствам.

Процесс «Тестирования пациента» подразумевает составление описания пациента на момент тестирования.

Отношение «Пациент-диагноз» используется при поиске пациента по диагнозу.

Отношение «Пациент - анамнез» подразумевает наличие индивидуального анамнеза пациента .

Отношение «Пациент-посещение» необходимо для учета изменений при каждом приеме пациента.

В результате описания онтологии предметной области системы выявлены основные сущности предметной области и их свойства. Также определены процессы, происходящие в системе. Установлены отношения между предметами онтологии. На основе полученной онтологии спроектирована база данных системы. Отношения, описанные в онтологии, применены при написании запросов к базе данных [2].

Литература

1. Кучуганов В.Н., Габдрахманов И.Н. Система визуального проектирования баз знаний. – Информ. технологии в инновационных проектах: Труды III междунар. науч.-техн. конф. – Ижевск, 2001. с. 140-143.
2. Рахимов Э.Г., Телегина М.В., Якимов А.В. К вопросу о создании базы данных состояния пациентов //Проведение научных исследований в области обработки, хранения, передачи и защиты информации: сборник научных трудов Всероссийской конференции в 4 т. Ульяновск, Изд-во УлГТУ, 2009, Т. 2. – С. 57-60.
3. Gruber T. R. A translation approach to portable ontologies. Knowledge Acquisition, 1993, V. 5(2), с.199-220.
4. Программа "Пересвет АнтиБоль". – <http://www.peresvetmed.ru/antipain.html>

ОРГАНИЗАЦИЯ WEB-ДОСТУПА ПАЦИЕНТОВ ТОМСКОГО КАРДИОЛОГИЧЕСКОГО ЦЕНТРА К СХЕМЕ ЛЕЧЕНИЯ ПРИ ПОМОЩИ ORACLE APPLICATION EXPRESS

Боброва Ю.В., Чудинов И.Л.
Томский политехнический университет
JuliaBob@tpu.ru

Введение

Томский Кардиологический центр – это крупное научно-исследовательское учреждение, которое является головным по проблемам кардиологии в регионах Сибири и Дальнего Востока. В составе НИИ кардиологии порядка 20 отделений, а также клиника на 430 коек, оснащенная современным оборудованием. Ежегодно около 7000 больных (более 900 из них по скорой помощи) из Томска, Томской области, региона Сибири и Дальнего Востока получают специализированную стационарную помощь. Не смотря на столь обширную деятельность, в кардиоцентре нет специализированной службы, которая занималась бы внедрением и дальнейшим сопровождением информационных технологий для удовлетворения потребностей, как врачей, так и пациентов. На данный момент существует база данных для регистратуры, реализованная на FoxPro и статистика по инфарктам. В составе предметной области «кардиоцентр» можно выделить такие подсистемы, как «прием врача», «назначение процедур и направление на анализы», «контроль над состоянием пациентов». Все подсистемы взаимосвязаны, но какая-либо реализация на основе информационных технологий в кардиологическом центре отсутствует. Поэтому организация эффективного перемещения медицинских данных от пациентов через сеть интернет – одна из актуальных тем, как для изучения, так и для практической реализации. Тем более что сейчас у многих есть возможность регулярного выхода в интернет. В рамках статьи рассмотрены аспекты практической реализации доступа пациентов к схеме и результатам лечения. Пациент, находясь дома или на работе, получит возможность вести так называемый виртуальный дневник здоровья, что включает в себя:

- внесение данных об измеренном верхнем и нижнем артериальном давлении, пульсе в определенный момент времени;
- ведение дневника факторов (внешних и внутренних), влияющих на показатели давления. Например, бег или сон перед измерением давления – это, так называемые, внутренние факторы или субъективные. А неблагоприятный астрологический прогноз или магнитные бури – это уже внешний фактор, не зависящий от пациента, или объективный;
- внесение сведений о принятых лекарствах;
 - организация доступа ко всем измерениям (другими словами, просмотр отчетов) за интересующие пациента промежутки времени;
- получение наглядной картины изменения давления за определенный промежуток времени в виде графического отображения измеряемых величин;
- расчет средних показателей давления за некоторый промежуток времени, который пользователь может задать сам.

Таким образом, необходимо предоставить пациенту приложение с удобным интерфейсом для возможности регулярного доступа к индивидуальной схеме лечения и отображения всех измеренных показателей давления и пульса в удобном для анализа виде. Oracle Application Express дает возможность организовать такое приложение.

Реализация приложения

Краткое описание среды разработки: Oracle Application Express – это средство быстрой разработки Веб-приложений на основе БД Oracle. Oracle APEX позволяет создавать приложения с использованием веб-браузера. Со стороны конечного пользователя приложения требуется только браузер и доступ к БД Oracle, на которой запущен APEX. Oracle APEX устанавливается в БД Oracle и представляет собой набор таблиц с данными и PL/SQL код. Запуск приложения, построенного с помощью APEX, аналогичен запуску самой среды разработки APEX и представляет собой следующий процесс: браузер посылает URL запрос, который транслируется в соответствующий PL/SQL-вызов APEX. После того, как БД выполнит PL/SQL код, результаты возвращаются обратно в браузер в виде HTML.[1] Каждое приложение в APEX представляет собой коллекцию страниц (page), связанных друг с другом при помощи вкладок (tabs), кнопок (buttons) или гипертекстовых ссылок (hypertext links). Страница – это основной строительный блок приложения. Страницы также содержат элементы пользовательского интерфейса – вкладки, списки (lists), кнопки, элементы (items) и области (regions).[2] Виртуальный дневник здоровья как раз состоит из таких страниц.

Общее описание приложения

Для начала необходимо организовать возможность авторизации пациентов. На странице авторизации есть форма, содержащая поля для ввода логина, пароля и кнопка для отправки данных на сервер, где происходит проверка соответствия логина и пароля. После успешного входа в систему пациент попадает на главную страницу, где содержится перечень всех доступных страниц. Перечень организован в виде

гиперссылки на страницы, содержащиеся в приложении.

Для внесения пациентом различных сведений используются соответствующие формы с полями для заполнения и кнопками (для отправки данных на сервер, отмены действия или удаления записи). Следует отметить, что стандартные кнопки и события, которые происходят после нажатия на кнопку: «Удалить», «Создать», «Применить», «Отменить» генерируются на странице автоматически. Требуется лишь указать, на какую страницу требуется перейти после нажатия на кнопку. Очевидно, что при проектировании сложных систем может не хватить процедур по умолчанию, но на данном этапе работы стандартных кнопок более чем достаточно.

Для просмотра информации об уже измеренных показателях необходимо сформировать отчеты, содержащие столбцы с требуемыми атрибутами. Причем, выведение всей информации бессмысленно, так как ее может быть много, что затруднит, или даже сделает невозможным анализ. Поэтому вводятся критерии отбора. Например, вывод показателей за определенный период времени. Отчеты: о показателях давления, дневник, о принятых лекарствах. Для более наглядного отображения изменения показателей давления, а, следовательно, и для более эффективного анализа, строится график на странице отчета. По умолчанию график строится на период времени: от 1 числа текущего месяца до текущего дня. Пользователь может изменить этот период, введя нужные даты в соответствующих полях. Навигация внутри приложения осуществляется на основе вкладок.

Заключение

Результатом является приложение, созданное в среде разработки Oracle Application Express. Создано 9 страниц, по которым пользователи в легкой и доступной форме могут осуществлять навигацию и получать доступ к схеме лечения по сети Интернет. У пациентов есть возможность просмотра и внесения данных об измеренном давлении, пульсе, принятых лекарствах. Также пациент может вести дневник сопутствующих измерению факторов, выводить на экран графики, иллюстрирующие динамику измерения давления во времени за определенный промежуток времени. Реализована возможность получения пациентами, а в дальнейшем и врачами, информации о средних значениях давления. Разработка приложения позволила оценить достоинства и недостатки среды разработки APEX. Среди достоинств можно выделить следующее:

Разработка

- Не требует высокой квалификации от разработчика (знания только PL/SQL).
- Место разработчика – WEB-браузер.

- Уровень 4GL.

Архитектура

- WEB – приложение (тонкий клиент), на рабочем месте пользователя необходим только WEB-браузер (IE, Mozilla и т.д.).
- Независимость от платформы.
- Поддерживает AIX, Linux, SUN Solaris, HP-UX, Windows.
- Работает только с СУБД Oracle, начиная с версии 9.3. В версии 11 разворачивается
- вместе с базой данных (встроен по умолчанию)
- Поддерживает множество баз данных в одном приложении.

Функциональность

- Формы ввода (редактирования данных)
- отчеты (таблицы + графики),
- интерактивные отчеты,
- выгрузка в форматы PDF, Excel и т.д.,
- навигация,
- календари,
- фильтры.

Развертывание

Встроен инструмент переноса приложений – выгрузки и загрузки скриптов PL/SQL.

Производительность

Зависит только от производительности СУБД (добавляет 0,04 секунды к запросу)

Масштабируемость

- Зависит только от производительности СУБД.
- Поддерживает работу на Oracle RAC (кластер).

Сопровождение и доработка

- Открытость кода.
- Не требует высокой квалификации от службы сопровождения (необходимы знания PL/SQL)

Стоимость

Oracle APEX бесплатен для всех релизов СУБД Oracle.

Литература

1. Oracle® Application Express Application Builder User's Guide [Электронный ресурс].– Режим доступа: http://download.oracle.com/docs/cd/B25329_01/doc/apdev.102/b25108/toc.htm
2. Oracle® Database 2 Day + Application Express Developer's Guide [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://download.oracle.com/docs/cd/B25329_01/doc/apdev.102/b25310/toc.htm
3. Oracle® Application Express Advanced Tutorials [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://download.oracle.com/docs/cd/B25329_01/doc/apdev.102/b25310/toc.htm

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ГЕНЕРАЦИИ ОПЕРАТОРНЫХ СТРУКТУР ТЕКСТОВ В ТЕРМИНАХ ТЕОРИИ НАДЁЖНОСТИ

Гуров А. А., д. т. н. Потапов В. И., к. т. н. Флоренсов А. Н.
Омский государственный политехнический университет
alex_gurov@bk.ru

В работе описывается вариант формализации процесса получения семантического представления текста с использованием терминов теории надёжности, их применением к оценке качества данного процесса.

Формализация процесса семантической обработки текстов в терминах теории компиляторов [1] представляется сложной для оценки качества данного процесса.

Потаповым Виктором Ильичём была высказана идея о возможности формализации данного процесса в терминах теории надёжности.

Вариант такой формализации представлен автором в данной работе.

Под операторным представлением понимается запись предложения в виде набора аргументов (или атрибутов) присущих действию, описываемому в данном предложении [2].

Подобная запись одного предложения считается элементарным процессом.

Результатом работы системы являются операторные представления предложений и как некая форма избыточности этого представления морфологические и синтаксические атрибуты элементов операторного представления.

Процесс получения результата в свою очередь разбивается на следующие подзадачи: идентификация частей речи слов исходного текста (происходит в морфологическом процессоре), идентификация членов предложений исходного текста (происходит в синтаксическом процессоре), заполнение атрибутов элементарных процессов (происходит в семантическом процессоре), создание собственного тезауруса текста [3].

На рисунке 1 представлен данный процесс структурно.

В графо-математическом процессоре осуществляется первичная обработка текста, выделяющая в нём имена собственные, составляющая тезаурус.

Из данной схемы и постановки задачи следует типизация отказов:

- отказ морфологического процессора – постановка слову исходного текста не соответствующей ему части речи;

- отказ синтаксического процессора – неверная идентификация члена предложения слова исходного текста в контексте конкретного предложения;

- отказ семантического процессора – постановка слову неверного атрибута операторного представления.

Для ясности, легче считать отказом графо-математического процессора постановку слова в неправильную инфинитивную форму, но в данной системе, по сути, такой отказ сводится к отказу

морфологического процессора.

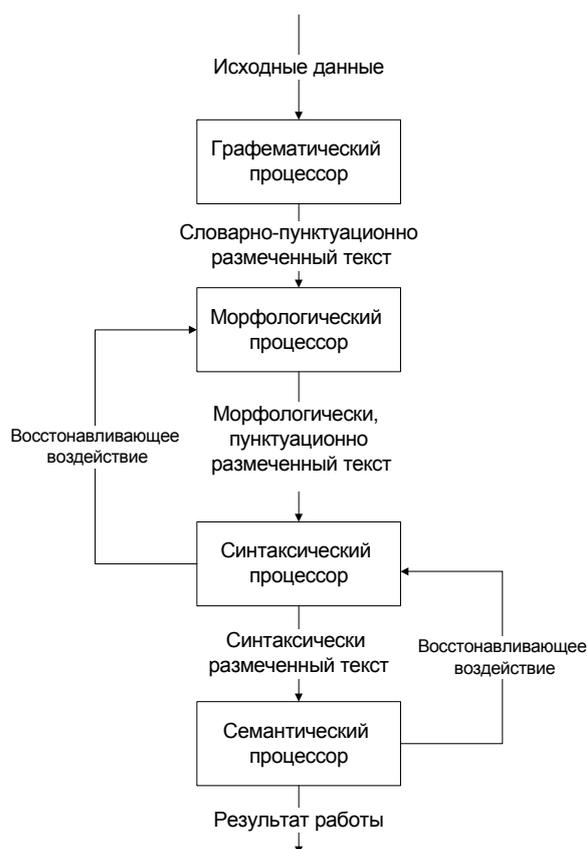


Рис. 1. Структура процесса обработки текста

В таблице 1 изображены данные, которые необходимо получить для дальнейшего построения семантической избыточности.

Таблица 1

Слой элементарных процессов (ЭП)	ЭП 1			ЭП 2		
	Слой членов предложений (ЧП)	П 1	П 2	П 3	П 1	П 2
Слой частей речи (ЧР)	Р 1	Р 2	Р 2	Р 1	Р 2	Р 2

Заметим, что все элементы слоёв помимо описательного значения (часть речи, член предложения) имеют ссылку на тезаурус в котором хранится само слово.

В соответствии с описанными выше отказами опишем их вероятности:

P_m – вероятность ошибочного определения части речи;

P_{syn} – вероятность ошибочного определения члена предложения;

P_{sem} – вероятность ошибочного заполнения атрибута операторной структуры;

Результатом работы всей системы считается набор правильно заполненных элементарных процессов.

Суммарно вероятность ошибочного определения позиции атрибута элементарного процесса, то есть отказа всей системы, выражается формулой:

$$P_r = P_m + P_{syn}(1 - P_m) + P_{sem}(1 - P_m)(1 - P_{syn}) \quad (1)$$

Учитывая восстанавливающие воздействия [4] формула (1) примет следующий вид:

$$P_r = P_m P_{syn-m} + P_{syn}(1 - P_m) P_{sem-syn} + P_{sem}(1 - P_m)(1 - P_{syn})$$

где P_{syn-m} – это вероятность отказа восстанавливающего воздействия синтаксического процессора на морфологический,

а $P_{sem-syn}$ – это вероятность отказа восстанавливающего воздействия семантического процессора на синтаксический.

Процесс старения подобной системы автоматической обработки текста имеет несколько отличный от устоявшегося вид.

Считая циклом жизни системы весь процесс

обработки связного текста от подачи его на вход графематического процессора до выдачи таблицы элементарных процессов, можно легко увидеть, что величина вероятности отказа на каждом последующем шаге обработки будет зависеть от предыдущего только в том случае, если эти шаги обрабатывают слова одного и того же предложения.

Отказ процесса обработки слова одного предложения (в любом из процессоров) не влияет на вероятность отказа процесса обработки слова другого предложения.

Таким образом, помимо прочих характеристик вероятность отказа системы будет варьироваться в зависимости средней длины предложений конкретного текста.

Данная формализация процесса получения операторных структур текстов в терминах теории надёжности позволяет оценивать качество не только самой системы, но и схожих с ней систем автоматизированной обработки текстов, использующих другие типы словарных процессоров.

Литература

1. Ахо А., Сети Р., Ульман Д, Компиляторы: принципы, технологии инструменты.: пер. с англ. – М.: Изд-во «Вильямс», 2003. – 768 с.
2. Флоренсов А.Н. Динамические аспекты информационной компоненты сложных систем: Монография. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2007. – 343 с.
3. А.Сокирко Семантические словари в автоматической обработке текста (по материалам системы ДИАЛИНГ): диссертация Москва – 2001
4. Половко А. М., Гуров С. В.: Основы теории надёжности. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: изд-во. БХВ-Петербург, 2006. – 704 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ XFORMS ДЛЯ РЕДАКТИРОВАНИЯ ДОКУМЕНТОВ

Хоанг Ван Куэт, Татарский Ф. Е.
Томский политехнический университет
student8050@sibmail.com

Введение

XForms представляет собой стандартизированный набор XHTML элементов формы, предназначен для интеграции с другими веб-стандартами. Он имеет много преимуществ по сравнению с веб-форм HTML, которые используют сложные JavaScript. Эти преимущества включают: элегантная архитектура MVC; богатый набор пользовательских интерфейсов для обработки сложных объектов, таких как даты, номера и диапазоны; совместимость со стандартами XML такими, как каскадные таблицы стилей (CSS), XML-схемы и XPath; расширяемость. XForms может быть запущен сегодня почти из любого веб-браузера, либо с помощью загружаемого плагина или расширения (такие, как расширение Firefox) или путем загрузки файла JavaScript. Он может использоваться для построения разных прикладных программ.

Актуальность

В настоящее время, использование языка XML очень популярно, так как XML — текстовый формат, предназначенный для хранения структурированных данных, для обмена информацией между программами, для передачи данных через Интернет, а также для создания на его основе более специализированных языков разметки (XHTML), иногда называемых словарями. Например, DocBook — приложение SGML или XML, он разрабатывался для создания технической документации, но может использоваться и в других целях (для создания сайтов, с преобразованием в HTML; для создания презентаций). В связи с большим внедрением XML, задача построения программы на каком-то языке для редактирования документа типа XML является актуальной. Эта программа может быть построена с помощью многих языков объектных ориентированных программирования, например: Delphi, C, C++, C#, или javascript. Однако, такая программа требовала бы инсталляции на локальный компьютер пользователя, поскольку не являлась бы веб-приложением. В то же время, для построения веб-приложений существуют технологии, позволяющие создавать развитые пользовательские интерфейсы, обеспечивающие взаимодействие пользователя с веб-приложением из обычного браузера. Наиболее распространенной и известной из таких технологий является AJAX (Asynchronous JavaScript and XML). Основное преимущество AJAX по сравнению с традиционными HTML формами заключается в возможности обновлять данные на сервере из веб-приложения без необходимости перезагружать страницу в браузере. Но технология AJAX имеет и серьезный

недостаток: программа на Javascript не является XML документом, в то время как визуальные элементы веб-приложения должны создаваться как фрагменты XML (XHTML). Различие в синтаксисе и в модели данных между XML и Javascript влечет за собой усложнение программы, из-за чего поддержка и развитие программы становится трудоемким. Для решения этой проблемы разработчики могут воспользоваться технологией XForms, так как: XForms- основано на языке XHTML. Программа, построенная с помощью XForms, имеет высокую работоспособность через Интернет. XForms — это основа веб-формы, которая собирает и обрабатывает данные с использованием XML архитектуры, отделяющей цель и содержанием документов. Он вмещает в форме повторное использование компонентов, способствует сильному типу проверки данных, позволяет избежать лишних обращений к серверу, преобразовать данные через Интернет или сохранить их в сервере. Таким образом, использование XForms для редактирования документов XML является актуальностью и надежностью.

Функциональные возможности программы

Программа редактирования документа с помощью XForms должна обладать следующими возможностями:

- Загрузка документа для редактирования с сервера, сохранение на сервер;
- Переключение между режимами визуального отображения документа и редактирования структуры;
- Возможность заполнения полей метаданных из контролируемых и неконтролируемых словарей;
- Контроль редактируемого документа на соответствие XML схеме.

Способы построения программы с помощью XForms

Структура файла XForms взглянется как стандартный HTML файл с некоторыми исключениями: Пространственные имена находятся в начале файла (`<html xmlns = "http://www.w3.org/1999/xhtml">`); Элементы XForm начинаются с префиксом xf: (xf.model). С XForms, ввод данных описан в двух различных частях: XForms модель определяет, какую форму, что она должна делать, какие данные она содержит (`<head> <xf.model> ...</xf.model> </head>`); XForms интерфейс пользователя определяет поле ввода и как оно должно отображаться (`<body> <xf.input>...</xf.input> </body>`). XForms необходимо запустить в другой XML документ. Если он может запустить внутри

XHTML 1.0, то он будет работать внутри XHTML 2.0.

С помощью XForms была построена программа для редактирования документа XML, которая включает в себя: Операторы управления: открытие данных из ресурсов: Удаление, добавление и изменение данных; Сохранение промежуточных данных в сервере; Интерфейс программы: Кнопки для управления событиями; Поле для вывода и ввода данных, размер которого может изменяться в зависимости от объема данных; Панель для выявления процесса редактирования и чтения информации документа не одновременно.

Первым шагом для решения задачи является загрузка документа из локального диска или из удаленного ресурса. Для загрузки файла нужно указать ссылку, по которой располагается файл, была использована команда src .

```
<xf:instance id="instance_try" readonly = "true()" src="item-tree.xml" xmlns="" />
```

Для случая, при котором открытие данных с целью чтения, был использован атрибут readonly = "true()", а если для редактирования, то без readonly = "true()".

```
<xf:bind nodeset ="/data/item " readonly ="true()" />
```

После загрузки документа, для вывода все информации на экран, или для редактирования элементов, у которых одинаковые теги, был использован итерационный оператор repeat.

```
<xf:group ref="/ data/item"> <xf:repeat nodeset="names/name"> ... </xf:repeat> </xf:group>
```

В процессе редактирования, программа может изменить информацию данных: добавление, удаление данных. Объем удаляемых и добавляемых данных должен быть ограниченным. Для ограничения этого объема используется условный оператор: if. Если количество пар в документе меньше, чем единица, то процесс удаления не производится. Иначе пара может быть удалена из документа.

```
<xf:action ev:event="removeItemEvent" if ="not(index('list')=1)"> ... </xf:action>
```

Для удаления или добавления данных документа из формы, используется последовательность действий: Определение положения курсора на элементе, который будет удален или добавлен; Удаление элемента из формы, и добавление элемента в форме. Фрагмент для установки положения курсора:

```
<xf:setfocus control = "first-field"/>
```

```
<xf:setfocus controll = "field 1 " />
```

Фрагмент для добавления данных:

```
<xf:insert nodeset="instance('log')/event" at="last()" position="after"/>
```

Фрагмент для удаления данных:

```
<xf:delete nodeset="//data/item[position() = index('list')]" at="index('list') " />
```

Для выполнения действия было использовано событие action. Все действия: удаление, добавление и установка положение курсора включаются в этом событии.

```
<xf:action ev:event="xforms-submit"> </xf:action>
```

Основной задачей для редактирования документа является создание списка предлагаемых слов при вводе. Это помогает пользователю автоматически вводить нужные слова не руками. Вызов информации ключевых слов из удаленных ресурсов определен:

```
<xf:submission id="get-suggestions" action="suggest-ingredient.xml" method="get" separator="&" ref="instance('suggest-query') replace="instance" instance="suggest-results"> </xf:submission>
```

Когда пользователь вводит слова в поле, если такие слова существуют в ресурсе, то на форме возникают все возможные варианты ключевых слов, соответствующие вводимому слову, и он может выбрать одно слово из них. Пользователь нажимает на ключевое слово, это слово автоматически вводит в поле.

```
<xf:action ev:event="DOMActivate"> <xf:insert nodeset="instance('log')/event" at="last()" position="after"/>
```

```
<xf:setvalue ref="instance('log')/event[last()]" value="concat('Clicked on suggestion word:', instance('suggest-results')/word[index('results-repeat')])"/> <xf:setvalue ref="instance('my-form')/element[number(instance('selected-word')/calling-element)]" value="instance('suggest-results')/tc[@id=instance('suggest-query')/prefix]/ingredient[index('results-repeat')] "/> </xf:action>
```

После редактирования документа, то измененная информация может быть сохранена таким образом:

```
<xforms:submission action=" item-tree.xml " id="s003" method="put"/>
```

Заключение

Xforms представляет собой совокупный и современный язык. Он может использоваться для создания разных прикладных программ, которые могут быть построены без помощи других языков: asp.net, php, perl, javascript. Программа построена с помощью XForms, имеет высокую работоспособность через Интернет, она может преобразовать данные и сохранить их в сервере. Использование XForms для построения редактирования документа XML является надежным.

Литература

1. Основные функции Xforms [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://en.wikibooks.org/wiki/XForms>, свободный.
2. Основная технология веб-приложений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.w3.org/TR/XForms11/>, свободный.

ОЦЕНКА ИНФОРМАТИВНОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ КРОВИ С ПОМОЩЬЮ СРЕДСТВ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Константинова Л.И., Девярых Д.В.
Томский политехнический университет
tnuazul@sibmail.com

Введение

В медицине накоплен огромный опыт прогнозирования заболеваний и их исходов, однако до недавнего времени прогнозирование носило субъективно-эмпирический характер, и лишь в последние годы получил развитие научно обоснованный подход, он стал возможен благодаря развитию кибернетики и вычислительной техники, общей теории систем и т.д. Статистика такова: врач правильно диагностирует инфаркт миокарда у 88% больных и ошибочно ставит этот диагноз в 29% случаев. Ложных тревог (гипердиагностики) чересчур много. История применения различных методов обработки данных для повышения качества диагностики насчитывает десятилетия, однако лучший из них помог сократить число случаев гипердиагностики лишь на 3%.

Нейронные сети в медицине

В 1990 году Вильям Бакст из Калифорнийского университета в Сан-Диего использовал нейронную сеть - многослойный персептрон - для распознавания инфаркта миокарда у пациентов, поступающих с острой болью в груди. Его целью было создание инструмента, способного помочь врачам, которые не в силах справиться с потоком данных о состоянии поступившего больного. Другой целью может быть совершенствование диагностики. Свою задачу исследователь усложнил, т.к. анализировал данные только тех пациентов, кого уже направили в кардиологическое отделение. Бакст использовал лишь 20 параметров: возраст, пол, локализация боли, реакция на нитроглицерин, тошнота и рвота, потение, обмороки, частота дыхания, учащенность сердцебиения, предыдущие инфаркты, диабет, гипертония, вздутие шейной вены, ряд особенностей ЭКГ и наличие значительных ишемических изменений. Сеть продемонстрировала точность 92% при обнаружении инфаркта миокарда и дала только 4% случаев сигналов ложной тревоги, ошибочно подтверждая направление пациентов без инфаркта в кардиологическое отделение. Итак, налицо факт успешного применения искусственных нейронных сетей в диагностике заболевания.

Средства нечеткой логики

Большинство экспертных систем и систем поддержки принятия решений в медицине, известных в настоящее время, объединено общим существенным недостатком, снижающим эффективность их применения в клинической

практике. Речь идет о детерминизме присвоения значений "истина" или "ложь" в точках ветвления системы в процессе решения задачи классификации даже в тех случаях, когда вероятность совершения пользователем ошибки как первого, так и второго рода значительно отличается от нуля. Другими словами, при использовании совокупности правил "если - то" время от времени возникает необходимость ответа на вопрос о выполнении или невыполнении некоторого условия. При принятии решения о наличии или отсутствии признака может быть допущена ошибка первого рода (ложноположительный ответ), либо второго рода (ложноотрицательный ответ). Главная особенность нечеткой логики - возможность ответа на вопрос о выполнении или невыполнении некоторого условия не только одним из двух вариантов - "да" или "нет", но также и вариантами "возможно да" и "возможно нет". Методы нечеткой логики отличаются друг от друга способами определения вероятностей достоверности положительного и отрицательного ответов. Характеристикой нечеткого множества выступает функция принадлежности (Membership Function). Обозначим через $MF_c(x)$ - степень принадлежности к нечеткому множеству S , представляющей собой обобщение понятия характеристической функции обычного множества. Тогда нечетким множеством S называется множество упорядоченных пар вида $S = \{MF_c(x)/x\}$, $MF_c(x) \in [0,1]$. Значение $MF_c(x)=0$ означает отсутствие принадлежности к множеству, 1 - полную принадлежность. Для нечетких множеств, как и для обычных, определены основные логические операции. Для расчетов необходимы пересечение и объединение.

Математический аппарат нейронных сетей

Несмотря на большое разнообразие вариантов нейронных сетей, все они имеют общие черты. Так, все они, так же, как и мозг человека, состоят из большого числа связанных между собой однотипных элементов - нейронов, которые имитируют нейроны головного мозга. Искусственный нейрон, так же, как и живой, состоит из синапсов, связывающих входы нейрона с ядром; ядра нейрона, которое осуществляет обработку входных сигналов и аксона, который связывает нейрон с нейронами следующего слоя. Каждый синапс имеет вес, который определяет, насколько соответствующий вход нейрона влияет на его состояние. Затем определяется значение аксона нейрона по формуле $Y = f(S)$, где f -

некоторая функция, которая называется активационной. Наиболее часто в качестве активационной функции используется сигмоид. Нейронные сети обратного распространения – это мощнейший инструмент поиска закономерностей, прогнозирования, качественного анализа. Свое название эти сети получили из-за используемого алгоритма обучения, в котором ошибка распространяется от выходного слоя к входному, т. е. в направлении, противоположном направлению распространения сигнала при нормальном функционировании сети.

Оценка информативности показателей микроциркуляции крови больных с остеохондрозом

НИИ курортологии занимается изучением важной проблемы - изучение микроциркуляции крови у больных, в зависимости от заболевания. Характеристика микроциркуляции крови у больного определяется с помощью ЛДФ-граммы – аналогового сигнала, измеренного прибором ЛАКК-02. Для оценки информативности показателей использовалось ПО MatLab и Fuzzy Logic Toolbox. Имеем группу больных из 41 человека, обследованных с помощью окклюзионной пробы и группу из 42 человек, обследованных с помощью дыхательной пробы. Значения показателей для этих групп больных измерялись: слева и справа, по пораженной и непораженной области. Еще была взята группа здоровых из 13 человек, у которых также были взяты показатели микроциркуляции крови. Значения данных показателей рассматривались как входные. В качестве выходного слоя использовался дополнительный столбец в таблице, содержащий 0 или 1 в зависимости от состояния здоровья больного. Для оценки информативности признаков использовалась встроенная функция Fuzzy Logic Toolbox – exhsrch. Данная функция позволяет оценивать информативность, как отдельного показателя, так и их совокупности. Следует обратить особое внимание на однородность групп пациентов. Для достижения большей достоверности полученных показателей информативности группы были сформированы по следующему принципу: в каждой группе были и здоровые и больные люди, но все они были обследованы одинаковой пробой (окклюзивной, дыхательной), также учитывалось показатели слева или справа, по пораженной или по не пораженной области. В результате сравнения показателей информативности, полученных с помощью средств нечеткой логики, с показателями информативности полученными с помощью метода Парето, можно сделать вывод о достоверности оценки информативности показателей микроциркуляции крови с помощью средств нечеткой логики.

Оценка состояния больного с помощью нейросетей

Оценка состояния больного есть, по сути, задача распознавания образа. Neural Network

ToolBox предоставляет 2 способа создания нейросетей: ручную, либо с помощью GUI, что позволяет быстро создать нейросети, специально настроенные для выполнения конкретной задачи. Для создания сети, способной распознавать образы достаточно использовать функцию nprtool, затем GUI предоставит возможность нейросеть для дальнейшего использования. Целесообразность использования такого метода оценки состояния может быть доказана демонстрационным примером, предоставляемым самой программой MatLab, который показывает способность нейросети к определению доброкачественности или злокачественности раковой опухоли у 699ти пациентов. Результаты следующие: 97.1% есть процент правильно поставленных диагнозов, 2.9% есть процент ошибочных диагнозов.

Данный метод был использован и для оценки и прогнозирования состояние новорожденных детей. Имелись показатели по 25 детям, характеризующие наличие Т и В лимфоцитов в крови, а также динамику изменения состава крови за первые 360 дней жизни. Часть этих детей в дальнейшем заболела определенными заболеваниями, часть детей была здорова. В задачу входило создание и обучение нейросети, способной проанализировать данные за первые 360 дней жизни и дать оценку состояния: будет ли ребенок болеть в дальнейшем. Результаты следующие: 8 из 10 детей получили верный диагноз, 2 из 10 получили неверный диагноз. Из 25-ти пациентов, значения случайно отобранных 15-ти использовалось для обучения нейросети и лишь 10 оставшихся - для проверки достоверности.

Заключение

Результаты оценки информативности показателей микроциркуляции крови, полученные с помощью ПО Fuzzy Logic Toolbox можно считать достоверными, так как эти результаты совпадают с результатами, полученными статистическими методами. Учитывая малый объем обучающей выборки рано говорить о целесообразности такого метода оценки и прогнозирования состояния больных с помощью нейросетевых технологий, однако в дальнейшем планируется увеличение объема обучающей выборки.

Литература

1. Официальный сайт компании BaseGroup Labs [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.basegroup.ru>, свободный.
2. Степанова Е.И., Нарциссова Р.П., Кочегуров В.А., Константинова Л.И. Прогнозирование здоровья детей раннего возраста.- Томск: Изд-во Том. Ун-та, 1987. -160 с.
3. Официальный сайт компании MathWorks[Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.mathworks.com/>, свободный

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ИНТЕРФЕЙСА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА НА ПРИМЕРЕ ЭЛЕКТРОННОГО ОРГАНИЗАТОРА

Крайванова В.А., Крючкова Е.Н.

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова
krayvanova@yandex.ru

Введение

Электронные организаторы – это одна из областей IT-индустрии, в которой эргономичность интерфейса является основным фактором, определяющим успешность продукта на рынке. Существует огромное количество электронных календарей и организаторов, для настольных ПК и мобильных устройств, как платных, так и бесплатных, с внушительной функциональностью. Приемы по созданию графических интерфейсов таких программ разнообразны, и, как правило, удается достигнуть наглядности представления информации [1]. Главной проблемой в интерфейсах организаторов является простота внесения новой информации. Выделим следующие основные недостатки.

Во-первых, используется классификация событий, неочевидная большинству пользователей. При этом к каждому виду событий привязана своя функциональность, и от того, к правильной ли группе отнесено событие, зависит адекватность работы программы.

Во-вторых, разнообразные настройки функциональности приводят к загромождению графического интерфейса. Вместе с тем, упрощение интерфейса ведет к тому, что пользователь использует только базовые функции.

В-третьих, ограничена возможность внесения периодических событий, таких как расписание занятий или приема лекарств.

Перечисленные проблемы – это прежде всего проблемы человеко-машинного взаимодействия, так как, с одной стороны, человек легко может сформулировать свое пожелание на естественном языке (ЕЯ), а с другой стороны, реализация требуемой функциональности в формальных терминах организатора тривиальна. Таким образом, актуальной является разработка системы логического анализа ЕЯ-фраз пользователя.

Математическая модель AL System

Рассмотрим решение описанной задачи на основе адаптивно-логической модели, которая анализирует ситуацию, описываемую фразой пользователя, и в соответствии с результатами анализа формирует список команд для объекта управления. Пусть W – множество известных модели ЕЯ-слов. В качестве представления ЕЯ-фраз возьмем функциональную форму, в которой функциональными символами являются слова из лексикона W :

- $w \in W$ – любое слово из лексикона является фразой;
- $\neg \phi$ – отрицание фразы является фразой;

- $w([r_1: \phi_1], [r_2: \phi_2], \dots, [r_n: \phi_n])$, $n > 0$, ϕ_i – подчиненная фраза, r_i – тип подчинительного синтаксического отношения, $w \in W$ – слово с перечисленными в скобках подчиненными фразами.

Такое представление в том или ином виде строят практически все синтаксические анализаторы.

Логические знания модели представляются в виде правил контекстной замены. Правило задается тройкой $r = \langle H, C, Var \rangle$, где H и C – гипотеза и следствие правила, представленные двумя функциональными формами, некоторые вершины которых, возможно, помечены не словами ЕЯ, а параметрами. Var – множество параметров правила. Подробное описание модели можно найти в [2].

Для проверки адекватности модели был проведен эксперимент, заключающийся в следующем. Выбран гипотетический робот с фиксированной функциональностью из 11 команд. Для модели человеко-машинного интерфейса работа составлена база знаний (50 правил). Составлен набор S из ситуаций, на которых модель предлагает выполнить команды. Ни одна ситуация из S не содержала прямой команды роботу. Независимым экспертам (15 человек) было предложено назвать свои команды для каждой ситуации из набора S . Эксперты разошлись во мнениях относительно некоторых ситуаций. Пусть S_0 – множество ситуаций, где мнения экспертов относительно применяемых команд совпали. Точность и полнота результатов, получаемых моделью, оценивались по формулам:

$Precision(S) = |C_{expert}(S) \cap C_{model}(S)| / |C_{model}(S)|$ – точность; $Recall(S) = |C_{expert}(S) \cap C_{model}(S)| / |C_{expert}(S)|$ – полнота. Здесь $C_{model}(S)$ – множество предлагаемых моделью команд, $C_{expert}(S)$ – множество команд, предложенных экспертами. Результаты эксперимента показали, что $Precision(S) \approx 0,81$ и $Recall(S) \approx 0,83$. При этом $Precision(S_0) \approx 0,96$ и $Recall(S_0) \approx 0,95$, то есть адекватность модели очень высока, и возможные ошибки связаны с предпочтениями пользователей.

Предлагаемая модель обладает следующими уникальными свойствами: независимость модели от предметной области и используемого ЕЯ; адекватность при небольшой базе знаний и высокая вычислительная эффективность алгоритмов; наличие механизмов автоматизированного построения и адаптации знаний модели под изменяющиеся внешние условия. Предлагаемый адаптивный подход позволяет преодолеть существующие ограничения [3] на практическое применение естественно-языковых интерфейсов.

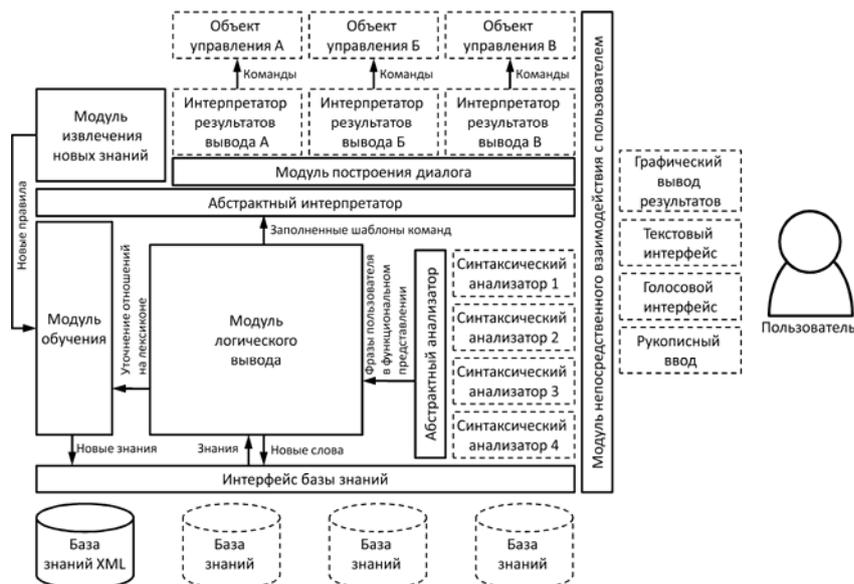


Рис. 1. Архитектура AL System

Технология разработки ЕЯ-интерфейса

Предложенная математическая модель реализована в виде ядра архитектуры, представленной на рис. 1. Сплошной линией обведены базовые модули архитектуры, а пунктиром – дополнительные модули, демонстрирующие возможность масштабирования системы. Конкретное наполнение базы знаний определяется используемым естественным языком, заменяемым модулем синтаксического анализатора и предметной областью. Ядро реализовано на платформонезависимом языке Java[3], что позволяет охватить широкий круг возможных объектов управления. Электронный органайзер на основе архитектуры AL System находится в стадии реализации (рис. 2). В качестве модуля синтаксического анализа использован анализатор Dialing[3].

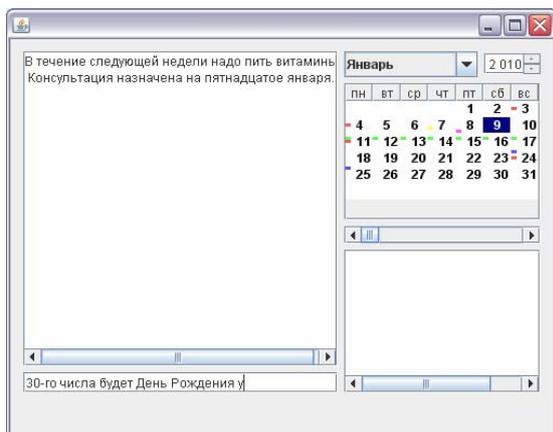


Рис. 2. Архитектура AL System

Выводы

Использование AL System в электронном органайзере позволяет:

- повысить прозрачность интерфейса, в частности, выбор типа события становится функцией системы;
- принципиально упростить структуру интерфейса, сохранив при этом гибкость, кроме того, не требуется менять структуру интерфейса при усложнении и изменении функциональности органайзера.
- уменьшить время, необходимое пользователю для составления сложных запросов, и автоматизировать рутинные операции, такие, как расписание приема лекарств.

Литература

1. Панчук Р. Обзор программ-органайзеров / [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.itc.ua/node/27656>, свободный.
 2. Крайванова В. А. Модель естественно-языкового интерфейса для систем управления сложными техническими объектами и оценка эффективности алгоритмов на ее основе / Управление большими системами. Выпуск 26. М.: ИПУ РАН, 2009. С.158-178.
 3. Рубашкин В. Ш. Семантический компонент в системах понимания текста / [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.raai.org/resurs/papers/kii-2006/doklad/Rubashkin.doc>, свободный.
- Крайванова В.А. Разработка адаптивных логических приложений (AL System) / Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2009610579.

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИСХОДА БЕРЕМЕННОСТИ И РОДОВ

Бойко К.Г., Никифоров М.П., Романова Г.А.
Кузбасский государственный технический университет
boyko_kristina@mail.ru

Введение

Интеллектуальные информационные системы (ИИС) – естественный результат развития обычных информационных систем, сосредоточили в себе наиболее наукоёмкие технологии с высоким уровнем автоматизации не только процессов подготовки информации для принятия решений, но и самих процессов выработки вариантов решений, опирающихся на полученные информационной системой данные.

Экспертные системы (ЭС), как самостоятельное направление в искусственном интеллекте, сформировалось в конце 1970-х гг.

Группа по экспертным системам при Комитете British Computer Society определила ЭС как «воплощение в ЭВМ компоненты опыта эксперта, основанной на знаниях, в такой форме, что машина может дать интеллектуальный совет или принять решение относительно обрабатываемой функции».

Одним из важных свойств ЭС является способность объяснить ход своих рассуждений понятным для пользователя образом [1].

В медицине соответствующие исследования начались с системы MYCIN, одной из первых и наиболее известных ЭС. Разработанная в Станфордском университете в середине 70-х годов прошлого века, MYCIN предназначена для помощи в диагностике и лечении инфекционных заболеваний крови и ныне используется для обучения врачей и исследователей.

В настоящее время примеры использования экспертных систем в медицине нельзя назвать единичными, они применяются во многих областях здравоохранения.

Примечательно, что подавляющее большинство таких работ выполнено зарубежными исследователями и, в основном, они касаются возможностей использования интеллектуальных информационных систем (ИИС) в различных клинических ситуациях [2].

В последние годы появляется множество публикаций об исследованиях российских учёных в области применения ИИС во многих лечебно-диагностических технологиях.

Однако медицинская нейроинформатика, как наука, находится пока на стадии накопления фактического материала.

Несмотря на значительное количество уже известных практических приложений, возможности дальнейшего использования подходов, основанных на методах искусственного интеллекта, их эффективность окончательно не изучены [2]. Экспертные системы остаются

наиболее проработанным направлением применения элементов искусственного интеллекта в диагностических технологиях.

Большинство лечебно-профилактических учреждений возможности современных информационных технологий практически не используют.

Персональные компьютеры применяются лишь для обработки текстовой документации, хранения и обработки баз данных, ведения статистики и выполнения финансовых расчётов.

Часть машин используется совместно с диагностическими и лечебными приборами [2].

Прогнозирование исхода беременности и родов, врождённых патологий у новорождённого – проблема, для решения которой необходимо применять современные информационные технологии.

Низкий индекс здоровья женщин детородного возраста является фоном для развития осложнений беременности.

Исследование экспертных систем, используемых в этой области, показало, что есть экспертные системы прогнозирования исхода беременности и родов при маловодии, прогнозирования исхода беременностей у супружеских пар с привычным невынашиванием беременности и др.

Цели и задачи

Целью нашей работы является создание экспертной системы прогнозирования исхода беременности при развитии гестоза и/или синдрома плацентарной недостаточности.

Основная задача - создание системы, которая бы позволяла максимально комплексно исследовать возможные исходы и выбирать критерии профилактики и лечения.

Предметная область

Экспертную систему предполагается использовать в Кемеровской межвузовской поликлинике (г. Кемерово), круг пользователей – гинекологическое отделение поликлиники.

Диспансерное наблюдение беременных женщин осуществляется врачами акушер-гинекологами в соответствии с законодательными актами (Приказ МЗ РФ №50 от 10.02.03, Приказ Минздравсоцразвития №224 от 30.03.06) [4, 5]. С целью своевременного выявления пороков развития плода всем беременным женщинам проводятся обследования, установленные Приказом №457 МЗ РФ от 28.12.00 [3].

Для оценки факторов риска по возникновению гестоза, возможных осложнений, критериев

профилактики и лечения применяются методические рекомендации «Гестоз: Клиника, диагностика, лечение и профилактика» под редакцией член-корреспондента РАМН, профессора В.Н. Серова [6].

Для классификации плацентарной недостаточности, диагностики, определения критериев лечения используются результаты экспериментально-клинических исследований, изложенных в учебно-методическом пособии «Плацентарная недостаточность» под редакцией академика РАМН, заслуженного деятеля наук РФ, профессора Э.К. Айламазяна [7].

Алгоритм обследования

Применяемый алгоритм обследования беременных имеет следующие типичные для медицинских задач особенности:

- необходимо учесть значительное количество разнородных исходных данных (результатов обследования), часть из которых не может быть представлена в числовой форме;
- исходные данные могут быть не полностью определёнными из-за поздней постановки беременной на учёт или по другим причинам;
- алгоритм решения задачи существует и изложен в соответствующих методических указаниях, но его трудно реализовать из-за большой размерности пространства решений и ограничений по времени.

Основные функциональные требования к системе:

- способность выявления гестоза, его степени тяжести и возможных осложнений;
- выявление плацентарной недостаточности и её влияния на течение и исход беременности;
- определение необходимости проведения операции кесарева сечения;
- определение по показателям всех возможных нарушений, отклонений, синдромов;
- выработка рекомендаций по коррективке выявленных отклонений.

В структуре экспертной системы выделяются следующие составные части:

- *база данных*, используется для хранения исходных сведений о беременной, а также заключений, выдаваемых системой (группа риска беременной на каждом этапе обследования, выявленные отклонения, рекомендации по коррективке плана ведения беременности);
- *база знаний*, предназначена для хранения специальных знаний и правил, которые используются для получения заключений;

- *модуль обработки данных*, выполняет арифметическую и логическую обработку данных, формирует диагностические и рекомендательные заключения;

- *модуль приобретения знаний*, реализует процесс наполнения экспертной системы знаниями;

- *объяснительный компонент*, предназначен для ответа на вопрос, как система получила то или иное заключение;

- *диалоговый компонент*, ориентирован на организацию общения с пользователем посредством меню и экранных форм.

Использование экспертной системы позволит на качественно новом уровне осуществлять динамическое наблюдение беременных и родильниц, совершенствовать диагностику в профилактике наследственных и врождённых заболеваний у детей.

Литература

1. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Интеллектуальные информационные системы. – М.: Финансы и статистика, 2006.
2. Жариков О.Г., Литвин А.А., Ковалёв В.А. Экспертные системы в медицине. Медицинские новости. – 2008. – №10. – С. 15-18.
3. Приказ МЗ РФ № 457 от 28.12.00 «О совершенствовании пренатальной диагностики в профилактике наследственных и врожденных заболеваний у детей».
4. Приказ МЗ РФ № 50 от 10.02.03 «О совершенствовании акушерско-гинекологической помощи в амбулаторно-поликлинических условиях».
5. Приказ Минздравсоцразвития №224 от 30.03.06 «Об утверждении Положения об организации проведения диспансеризации беременных женщин и родильниц».
6. Пасман Н.М., Черных Е.Р., Бурухина А.Н., Поздняков И.М., Кустов С.М. Гестоз: Клиника, диагностика, лечение и профилактика. – Метод. реком. – Отв. ред. член-корр. РАМН, проф. В.Н. Серов. – Новосибирск: Управление здравоохранения Мэрии г.Новосибирска, НИИ клинической иммунологии СО РАМН, НИИ региональной патологии и патоморфологии СО РАМН, НИИ клинической и экспериментальной лимфологии СО РАМН, Новосибирский медицинский институт МЗ РФ. – 1998.
7. Аржанова О.А., Павлова Н.Г., Зайнулина М.С., Колобов А.В. Плацентарная недостаточность. - Учебно-методическое пособие. – Под ред. Э.К. Айламазяна. – СПб.: Изд-во Н-Л. - 2008.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ»

Фёдорова К.А., Мокина Е.Е.

Томский политехнический университет
kapibara@sibmail.com

Введение

В настоящее время автоматизацией бизнес-процессов занимаются практически все организации, особенно в производстве, сфере торговли и оказания услуг. Применение компьютерных систем становится неотъемлемым атрибутом успеха в конкурентной борьбе. Исключением не стала и сфера образования. Одной из важнейших и практически значимых задач, стоящих сегодня перед современным университетом, – это задача информатизации. Такая тенденция вполне объяснима. Возможности, предоставляемые компьютерными технологиями, позволяют усовершенствовать образовательный процесс, сделать его более эффективным. Это достигается путем создания единого информационного пространства вуза – информационной системы, предоставляющей функции по управлению образовательным процессом. В Томском политехническом университете роль такой системы выполняет единая информационная среда (ЕИС), которая позволяет осуществлять поддержку процессов функционирования и развития университета во всех сферах деятельности. Для эффективного повышения работы университета нужно вводить не только единую систему управления, охватывающую полностью образовательный процесс, но и более мелкие приложения для решения конкретных задач в отдельных структурах и подразделениях. Одним из решений этой проблемы может стать создание узкоспециализированной системы. Важнейшей функцией такой системы является взаимодействие с единой информационной средой университета. Именно за счет этого взаимодействия и достигается повышение эффективности использования информационных систем.

Описание предметной области

Во время обучения в университете студенты пишут курсовые, дипломные и научно-исследовательские работы, участвуют в различных конкурсах, конференциях, олимпиадах. И все эти работы, конечно же, подлежат хранению. На нашей кафедре существует бумажный каталог, с помощью которого можно найти месторасположение работы на архивных полках. Но сейчас помимо бумажного варианта работы прилагается и электронная копия. Поэтому для поиска нужной работы целесообразней использовать вычислительные ресурсы компьютера, чем ручной труд человека, т.е. необходимо использовать автоматизированную систему.

Данная работа нацелена на повышение эффективности, уменьшение временных затрат процесса подачи студенческих работ на различные конкурсы, конференции и т.п. Проектируемая информационная система (ИС) позволит автоматизировать стандартные операции и тем самым – высвободить время специалистов на выполнение нестандартных операций. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

проанализировать потребности пользователей при формировании документации;
разработать гибкую модель данных, допускающую без структурных изменений расширение функций системы в соответствии с развитием сферы ее применения;
обеспечить комфортный, максимально упрощенный доступ конечных пользователей к управлению и результатам функционирования ИС на основе современных графических средств и пользовательских интерфейсов.

Разработка ER-модели

Процесс разработки ИС начинается с анализа предметной области и построения ER-модели. В качестве основных объектов предметной области выступают мероприятия и работы студентов (научно-исследовательские, дипломные, курсовые, публикации). Построение ER-модели позволяет выявить главные сущности изучаемого явления или системы, их показатели и значения. А построение физической модели базы данных обеспечивает хранение всей информации и позволяет выбирать нужные данные для анализа ситуации и создания отчетов. При этом с помощью запросов можно не только выбирать необходимые данные, но и рассчитывать какие-либо другие показатели, которые можно представлять в виде таблиц, графиков, диаграмм. При входе в систему пользователям назначаются роли. Роли – это совокупность некоторых функциональных возможностей, например, ограничение по области видимости данных. На момент проектирования ИС были определены следующие роли:

— преподаватель, являющийся руководителем НИР студента;
преподаватель/сотрудник кафедры, который отвечает за формирование документации для предоставления на различные конкурсы;
— преподаватель/сотрудник кафедры, ответственный за НИРС на кафедре.

По умолчанию в системе присутствует роль администратора, который может создавать новые роли, отвечает за правильную работу

информационной системы. В зависимости от роли пользователю доступен определенный функционал. Например, преподаватель, являющийся руководителем НИРС, может вводить информацию о работах своих студентов (Рис. 1). В сущности «Работа» атрибут «Тип работы» определяет доступность заполнения для пользователя соответствующих атрибутов. Также в зависимости от значения этого поля в сущности «Авторы работ» будет доступен или «Код студента», или «Код участника НИРС», т.к. курсовая или дипломная работа может быть написана именно студентом.

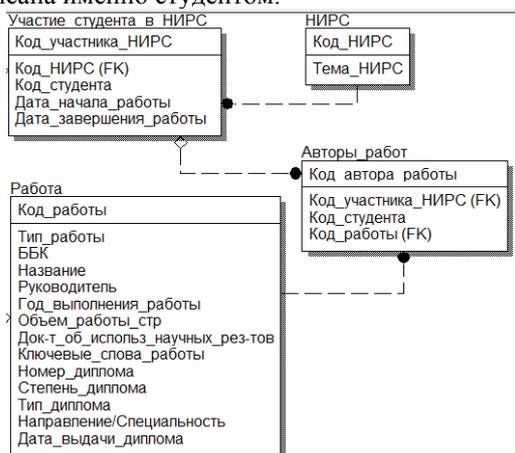


Рис. 1. Фрагмент ER-модели для хранения информации о работах студентов

Преподаватель/сотрудник кафедры, который отвечает за формирование документации для предоставления на различные конкурсы, заполняет данные о мероприятиях, включая конференции, олимпиады и т.п. (атрибут «Тип мероприятия»); осуществляет поиск работ по ключевым словам и, собственно, формирует различного рода документацию, требующуюся для конкурсов (Рис. 2).

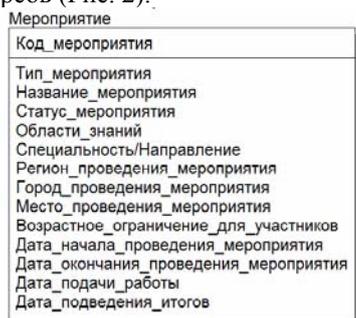


Рис. 2. Фрагмент ER-модели для хранения информации о мероприятиях

Преподаватель/сотрудник кафедры, ответственный за НИРС на кафедре, отмечает участие студентов или конкретных работ в различных мероприятиях, т.е. доступен для

заполнения один из трех атрибутов «Код студента», «Код участника НИРС», «Код работы». Также он заполняет информацию о публикациях. В сущности «Соавтор публикации» доступен либо «Код студента», либо «Код участника НИРС» (Рис. 3).

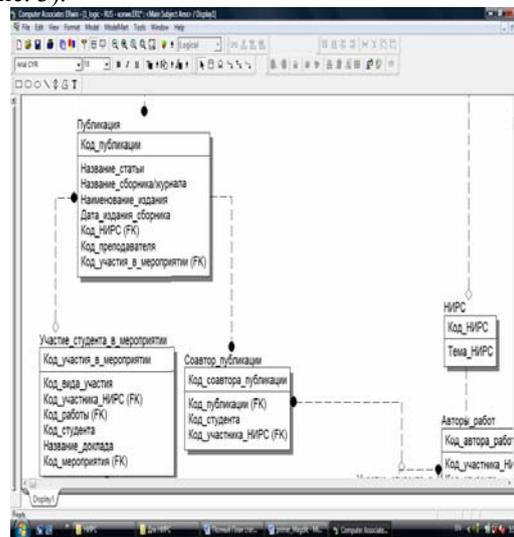


Рис. 3. Фрагмент ER-модели для хранения информации о публикациях и участии студентов в мероприятиях

Заключение

Таким образом, в созданной информационной системе разработаны и реализованы следующие необходимые функции:

- сбор, обработка и хранение текущей информации о дипломных, курсовых, научно-исследовательских работах студентов, а также публикациях, изданных за время выполнения НИРС и т.д.;
- интеграция с ЕИС ТПУ для получения данных о студентах и преподавателях, аспирантах, докторантах;

В дальнейшем планируется создание приложения для взаимодействия с разработанной моделью базы данных о научно-исследовательских работах студентов. Это приложение позволит решить задачи, связанные с поиском работ и формированием документации для конкурсов; выборкой статистических данных и построением аналитических отчетов.

Литература

1. Дейт, К. Дж. Введение в системы баз данных; 7-е изд.; М.: Вильямс, 2002. — 1071 с.
2. Интернет университет информационных технологий [Электронный ресурс]. <http://www.intuit.ru/> Режим доступа: свободный.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ, РЕАЛИЗУЮЩАЯ МНОГОУРОВНЕВЫЙ МЕТОД ТЕСТИРОВАНИЯ

Лазарева А.Н., Молнина Е.В.

Юргинский технологический институт (филиал) Томского политехнического университета
molnina@list.ru

Введение

Целью научно-практической работы является разработка и программная реализация многоуровневого метода тестирования на основе модели нечеткого оценивания знаний.

Задачами научно-практической работы является – изучение существующих методов автоматизированного контроля знаний, выявление проблем предметной области, разработка многоуровневой информационной системы контроля знаний на основе нечётких множеств, программная реализация данного метода в среде программирования Delphi и в образовательной коммуникационной среде Moodle, а также самостоятельное практическое освоение совокупности приемов и методов исследования в области автоматизированных информационных систем (ИС) контроля знаний, их применение для решения конкретных задач на научной основе, приобретение профессионального опыта работы по проектированию и разработки ИС.

Реализация многоуровневой ИС

Модель нечеткого оценивания знаний как методологический базис автоматизации педагогического тестирования основана на теории нечеткой логики [1]. Метод нечеткого оценивания знаний имеет следующий недостаток: в методике не обоснованы и учтены допущения о случайности угадывания ответов[2]. Для решения данной проблемы научным руководителем был предложен многоуровневый метод тестирования, на базе которого разработана информационная система контроля знаний.

Многоуровневый метод контроля знаний позволяют исключить элемент угадывания верного ответа и имитировать дополнительные вопросы преподавателя, когда он сомневается в том, действительно ли студент знает материал. Каждый последующий уровень вопросов «уточняет» ответ, данный на предыдущем уровне. Если на втором уровне учащийся правильно не отвечает на вопрос, то это означает, что при ответе на первом уровне он просто угадал правильный ответ.

Тем самым студент либо набирает дополнительные баллы, если он действительно знает материал, либо набранные случайно баллы на первом уровне теряют свой вес в процессе прохождения других уровней, если студент совершенно не ориентируется в предложенной теме. Такая схема позволяет полностью исключить возможность угадывания ответа обучаемыми.

Пусть ответы на первый вопрос имеют коэффициенты равные $a_1=100$, $a_2=65$, $a_3=30$, $a_4=0$; на второй вопрос - $b_1=100$, $b_2=65$, $b_3=30$, $b_4=0$; на третий – $c_1=100$, $c_2=c_3=c_4=0$.

Первый способ оценки результата контроля знаний за раздел. Если разница между коэффициентами первых двух уровней $\Delta g < 70$, то итоговый балл за раздел равен $S=(a+b+c)/3$. Если $\Delta g \geq 70$, то результат за первый вопрос аннулируется, тогда $S=(b+c)/3$.

Второй способ. Если каждому вопросу присвоить свой коэффициент, например, для первого вопроса $k_1=0,2$; для второго $k_2=0,4$; для третьего $k_3=0,4$, причем сумма всех коэффициентов должна быть равной 1, тогда итоговый балл за раздел равен $S=(k_1a+k_2b+k_3c)/3$.

Итоговый балл за испытание равен $Z = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i$, где n – количество разделов.

Рассмотрим пример многоуровневого теста:

Вопрос 1: В какой период произошло восстание декабристов?

начало XVIII века(30)

конец XIX века(65)

начало XX века(0)

начало XIX века(100)

Подвопрос на 1 ответ: Назовите цели восставших:

1) Установить в стране парламентскую монархию, отменить крепостное право, разрешить земельный вопрос в России.(65)

2) Установить в стране либерально-демократическое управление, отменить крепостное право, разрешить земельный вопрос в России.(100)

3) Установить в стране тоталитарный режим, введение продразвёрстки, разрешить земельный вопрос в России.(30)

4) Установить в стране тоталитарный режим, ввести продразвёрстку, ввести тайную дипломатию.(0)

Подвопрос на 2 ответ: Сколько декабристов было приговорено к смертной казни?

1) 5 (100)

2) 2 (0)

3) 3 (30)

4) 4 (65)

Подвопрос на 3 ответ: Назовите основные причины поражения восставших:

1) «Для народа, но без народа», отсутствие единого руководства, разногласие среди руководства декабристов.(100)

2) Невозможность выполнения поставленных задач, отсутствие единого руководства, разногласие среди руководства декабристов.(65)

3) Слишком короткий период существования движения, невозможность выполнения поставленных задач, отсутствие единого руководства.(30)

4) Слишком короткий период существования движения, привлечение малограмотного населения, невозможность выполнения поставленных задач.(0)

Подвопрос на 4 ответ: Кто из декабристов был приговорен к смертной казни?

1) П.И. Пестель, С.И. Муравьев-Апостол, М.П. Бестужев-Рюмин, Г.П. Каховский и К.Ф. Рылеев.(100)

2) С.И. Муравьев-Апостол, М.П. Бестужев-Рюмин, Г.П. Каховский К.Ф. Рылеев, и И.Д. Якушкин.(65)

3) П.И. Пестель, С.И. Муравьев-Апостол, М.П. Бестужев-Рюмин, И.И. Пущин, С.П. Трубецкой.(30)

4) С.Г. Волконский, П.И. Пестель, С.И. Муравьев-Апостол, И.И. Пущин, С.П. Трубецкой.(0)

Вопрос 3: Назовите русского писателя, который сказал, что если бы во время восстания он был в Москве, то обязательно вышел бы на Сенатскую площадь.

1) А.С. Пушкин(100)

2) М.Ю. Лермонтов(0)

3) Н.В. Гоголь(0)

4) А.С. Грибоедов(0)

Информационная система контроля знаний студентов, реализованная в среде программирования Delphi 2007 состоит из трёх модулей: Модуль подготовки тестов (TestAdmin), Модуль тестирования (TestComplex), Модуль контроля выполнения теста и обработки результатов (TestResult).

Разработанная система имеет следующие функции: автоматизация входного, промежуточного и итогового контроля знаний студентов; выбор метода тестирования (одноруровневый тест на основе двоичной логики, организация многоуровневых тестов на основе модели нечёткого оценивания знаний); выбор способа оценивания знаний; предоставление статистических данных по каждому испытанию, обучаемому, группе обучаемых; анализ результатов по затраченному на ответ времени, по максимальному и минимальному баллу; организация обратной связи с обучаемым; отчет по истории тестирования каждого студента.

В качестве входных данных используется следующая информация:

1) личные данные студента: зачётная книжка; фамилия, имя, отчество; номер группы; факультет.

2) информация о преподавателе: фамилия, имя, отчество; название кафедры; название дисциплины.

3) вопросы по дисциплине.

Выходная информация представлена в виде отчетов (детальный, сводный). Эта информация

предназначена для учета, контроля, анализа результатов тестирования студентов. Система обеспечивает наглядность и визуальность в представлении тестовых заданий, прохождения уровней а так же имеется возможность печати отчётов с результатами испытаний.

Выходная информация:

- отчёт о результатах испытания;

- отчет по истории тестирования каждого студента;

- статистический отчёт по группе студентов;

- отчёт по минимальному и максимальному времени, затраченному на ответы и др.

Преподаватель имеет возможность: создать новый тест; выбрать метод тестирования (двоичный, многоуровневый); просмотреть результаты; просмотреть статистику по каждому студенту.

Студент имеет ограниченные права доступа к базе данных. Студенту необходимо ввести свою фамилию, имя, отчество, номер группы и факультет. Далее отвечать на вопросы.

Данный многоуровневый метод тестирования также реализован авторами в коммуникационной среде дистанционного обучения Moodle, размещенной на сайте ЮТИ ТПУ.

Заключение

В процессе выполнения научно-практической работы изучена предметная область, касающаяся автоматизации контроля знаний студентов ЮТИ ТПУ по трудно формализованным, в частности гуманитарным дисциплинам, выявлены проблемы данной предметной области, предложены пути их решения. Поставлены задачи, определяющие содержание информационной системы.

После внедрения данной информационной системы в ЮТИ ТПУ прогнозируется увеличение эффективности организации учебного процесса в частности организации входного, промежуточного и итогового автоматизированного контроля знаний студентов.

Литература

1. И. Д. Рудинский. Модель нечеткого оценивания знаний как методологический базис автоматизации педагогического тестирования // Информационные технологии, № 9 - 2003, С.46-51.
2. А.М. Половко. Компьютерные технологии оценки знаний методами тестирования // Информационные технологии, № 8 - 2004, С.46-51.
3. Молнина Е.В., Лазарева А.Н. Примеры реализации многоуровневого способа тестирования // Модернизация инженерного и общего образования: проблемы и перспективы: Труды VII ВНК. – ЮТИ ТПУ, Юрга: Изд-во ТПУ, 2009. – С.39-42.

ТЕХНОЛОГИЯ ДИСТАНЦИОННЫХ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

С. П. Панько, И. Н. Шевченко.
Сибирский федеральный университет.
Ivan88kozerrt@yandex.ru

Ультразвуковые исследования физиологического состояния внутренних органов людей и животных широко используются во всем мире, поскольку являются эффективным средством диагностического и терапевтического контроля над болезнями. Современная технология УЗИ основана на использовании специализированного сложного и дорогого аппарата. Диагностирующий доктор осуществляет исследование путем перемещения акустического датчика по интересующей области тела пациента и наблюдения изображения на экране монитора. Есть два обстоятельства, которые мешают распространить эту технологию в маленьких городах и деревнях, на морских и речных судах, удаленных научных станциях, погранзаставах, а также в других удаленных местах, доступ в которые зависит от погодных условий. Во-первых, это высокая стоимость аппаратуры и, во-вторых, это необходимая квалификация доктора. Технические и медицинские характеристики устройства возрастают со времени, следовательно, увеличивается стоимость оборудования и поэтому не у каждого небольшого медицинского центра есть возможность оплаты этого оборудования. У медицинского персонала в небольших городах и деревнях нет достаточного опыта в ультразвуковой диагностике из-за малого количества населения и во многих случаях необходима консультация с узкими специалистами большого медицинского центра. В результате пациент должен выезжать в большой медицинский центр, находящийся, как правило, на значительном удалении, для того, чтобы пройти детальные исследования и прием квалифицированным диагностом. Эта проблема также актуальна для развивающихся стран третьего мира. Попытки дистанционного проведения УЗИ были предприняты ранее [1, 2, 3] с использованием медицинского робота, состоящего из ультразвукового датчика с блоком первичной обработки информации и электромеханическими приводами, обеспечивающими перемещение датчика по трем координатам, а также изменение угла визирования.

В месте проведения УЗИ на тело пациента не специализированным персоналом устанавливается робот с ультразвуковым датчиком. Эксперт (доктор – специалист в УЗИ) находится в большом медицинском центре и наблюдает эхограмму на экране монитора, управляет перемещением механизма на удаленной стороне, а так же наблюдает видеоизображение пациента и

положение робота в течение медицинского исследования (рис. 1). Кроме этого он может использовать 3D модель исследуемой части тела пациента.

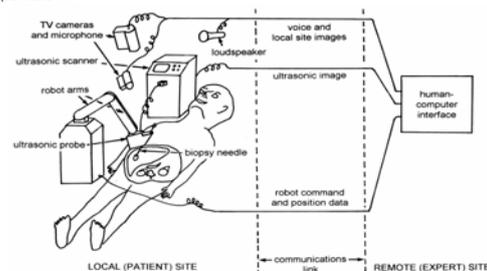


Рис. 1. Диаграмма, иллюстрирующая принципы удаленного выполнения УЗИ.

Эксперт на рабочем месте манипулирует специальным устройством типа джойстика, подающим команды роботу, который с определенной точностью повторяет движение руки эксперта по перемещению ультразвукового датчика. Сигнал с ультразвукового датчика поступает на местный эхограф и затем эхограмма передается на монитор эксперту с использованием телекоммуникационной подсистемы (проводной, спутниковой или любой другой системы цифровой связи). На удаленном конце системы присутствуют видеокамера, микрофон, громкоговоритель. Эти устройства дополнительно увеличивают стоимость аппаратуры удаленного рабочего места и увеличивают объем передаваемого трафика. Поэтому можно предположить что данная идея не получит широкого распространения из-за высокой стоимости аппаратных средств удаленного рабочего места и оплаты ресурса канала передачи информации. Более перспективной с позиции массовости применения является следующая технология проведения УЗИ в дистанционном режиме. Структура дистанционных ультразвуковых исследований состоит из трех следующих компонентов:

- Большого медицинского центра со специалистом высокой квалификации и более современным оборудованием без датчика, но с высокой разрешающей способностью. Оборудование получает цифровую информацию от телекоммуникационной системы для построения реальной картины на экране собственного монитора. Кроме того, оборудование должно пересылать команды на перемещение датчика от диагностического центра в удаленное место по обычной линии связи.
- Современного средства телекоммуникации с возможностью передачи большого количества информации в режиме реального времени и

обратного канала связи. Для этого достаточно Интернета с высокой скоростью для передачи изображений от пациента к доктору в большой медицинский центр. Обратный канал необходим для передачи устных команд доктора на перемещение датчика.

- Удаленного малого медицинского пункта, где находится пациент и медицинский работник низкой квалификации, датчика, аппаратных средств и программного обеспечения, необходимого для доступа к телекоммуникационному оборудованию с целью формирования и передачи изображения и получения устных команд от доктора из большого медицинского центра. Присутствие на удаленном пункте монитора для демонстрации изображений не обязательно.

Пациент находится в удаленном малом медицинском пункте. Медицинский работник низкой квалификации или доктор широкого медицинского профиля - не специалист в ультразвуковых исследованиях устанавливает акустический датчик на интересующей области тела пациента. Электрические сигналы посылают в большой медицинский центр с помощью телекоммуникационной системы, где они преобразуются в изображение, демонстрируемое на мониторе опытного специалиста в УЗИ. Специалист смотрит на изображение и формирует команды на перемещение датчика на основе детального исследования фрагментов и измерения необходимых параметров. Команды передаются, в частности, обычным телефоном с использованием обратного канала информации для этого. Медицинский работник с низкой квалификации на удаленном конце системы принимает команды на слух и выполняет их. Важной особенностью этой технологии является низкая стоимость оборудования в малом удаленном медицинском пункте, что предопределяет массовость распространения этой технологии. Процедура УЗИ становится доступной для жителей малых населенных пунктов, погранзастав, геологических экспедиций, кораблей и пр. мест пребывания людей, оторванных от крупных населенных пунктов. При проектировании системы дистанционных УЗИ в соответствии с данной технологией необходимо учитывать два аспекта:

- стоимость клиентского блока в малом удаленном медицинском пункте;
- стоимость трафика передаваемой информации из малого удаленного медицинского пункта в большой медицинский центр.

Уменьшение стоимости клиентского блока в малом удаленном медицинском пункте достигается путем формирования эхограммы непосредственно в большом медицинском центре, но при этом следует следить за объемом трафика передаваемой информации. При уменьшении аппаратных затрат на оборудование на удаленном рабочем месте возможен рост трафика передаваемой информации в большой медицинский центр. Возможно несколько

вариантов организации процесса формирования, приема, передачи и обработки отраженных сигналов при синтезе изображения:

- в малом удаленном медицинском пункте находится аппарат УЗИ, с которого сигнал изображения передается в большой медицинский центр;
- стандартный датчик через блок с микроконтроллером соединяется с телекоммуникационным оборудованием. Передача оцифрованных отраженных сигналов в большой медицинский центр (где воспроизводит изображение для диагностики квалифицированным в области ультразвуковых исследований врачом-специалистом) производится в пакетном режиме. Каждое поле пакета состоит из фиксированного количества бит, назначаемых при проектировании аппаратуры. Это позволяет в большом медицинском центре (на приемном конце) выделить из пакета отдельные информационные составляющие;
- с полным отказом от сканирования диаграммы направленности антенной решетки на удаленном конце системы дистанционного проведения УЗИ. Передаются цифровые отсчеты принимаемых сигналов с каждого элемента антенной решетки. Режим сканирования обеспечивается программным путем в большом медицинском центре. Вариант отличается максимальной простотой технической реализации клиентского блока в малом удаленном медицинском пункте, но наибольшим объемом передаваемого трафика;
- с частичной передачей отраженных сигналов. Из большого медицинского центра передается команда на просмотр определенной фокальной зоны и возвращаются только те части эхо-сигналов со всех элементов антенной решетки, из которых потом в центре синтезируется изображение.

Литература

1. Extraction of 3D scene structure from a video for the generation of 3D visual and haptic representations / K. Moustakas, G. Nikolakis, D. Tzovaras and M. G. Strintzis, Fellow, IEEE.; Informatics and Telematics Institute 1st Km Thermi-Panorama Road, P.O. Box 361, 57001 Thermi-Thessaloniki, Greece, 2003.
2. Experiments with the TER Tele-Echography Robot / Adriana Vilchis, Jocelyne Troccaz, Philippe Cinquin, Agnes Guerraz, Franck Pellisier, Pierre Thorel, Bertrand Tondu, Fabien Courruges, Gerard Poisson, Marc Althuser, Jean-Marc Ayoubi.; TIMC/IMAG laboratory, Domaine de la Merci, F-38706 La Tronche cedex - France France Telecom R&D, INSA Toulouse, LVR Bourges, CHU Grenoble, 2002.
3. Review article. Advances in ultrasound: from microscanning to Telerobotics / Department of Medical Physics & Bioengineering and Centre for Physics and Engineering Research in Medicine, Bristol General Hospital, Bristol BS1 6SY, UK // The British Journal of Radiology, 73 (2000), 1138-114

РАЗРАБОТКА WEB-ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ РАБОТЫ С ОНТОЛОГИЯМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ASP.NET MVC FRAMEWORK

Зарипов А.А., Тузовский А.Ф.

Томский политехнический университет
zaripov@tpu.ru

Введение

В последнее время неуклонно растет популярность технологий, связанных с Semantic Web (семантическая паутина). Эти технологии предполагают создание средств представления хранимой информации в виде, понятном для компьютера. Такой подход, по первым, предполагает унифицированный способ представления любой информации. А во-вторых, возможность машинного логического вывода на основе определенных правил. Основным языком для представления информации является OWL (web ontology language).

Работа с семантическими данными

Семантические хранилища выступают как некая противоположность реляционным. В частности, для работы с реляционными хранилищами существует много разнообразных решений, в том числе и на базе технологий Microsoft, а для работы с семантическими хранилищами выбор пока не так велик. Рассмотрим создание web интерфейса по работе с семантическими данными с использованием MVC Framework. MVC Framework это набор классов, разработанный Microsoft, который предназначен для написания ASP.NET приложений, соответствующих шаблону MVC.

Шаблон MVC

Model-View-Controller (сокр. MVC) – шаблон разработки приложений, который подразумевает наличие трех основных частей – модель (Model), представление (View), контроллер (Controller). Модель - предоставляет данные (обычно для представления), а также реагирует на запросы (обычно от контроллера), изменяя свое состояние. Представление - отвечает за отображение информации (пользовательский интерфейс). Контроллер - интерпретирует данные, введенные пользователем, и информирует модель и представление о необходимости соответствующей реакции.

Модель

MVC Framework не накладывает никаких ограничений на используемую модель – интерфейс взаимодействия с представлениями и контроллерами может быть любым на усмотрение разработчика. В описываемом проекте в качестве модели используется средство по работе с онтологиями OWL API в сочетании с системой логического вывода Pellet. Эти средства создают в оперативной памяти объектную модель онтологии, и обеспечивают базовый функционал для работы с семантическими данными.

Контроллеры

Онтологии, загружаемые в модель, должны быть описаны с помощью языка OWL, а именно, одного из самых его выразительных подмножеств – OWL DL. Оно включает все языковые конструкции OWL, но они могут использоваться только согласно определенным ограничениям. Одним из самых главных ограничений является то, что каждый объект в онтологии может принадлежать только к одному из следующих множеств: индивиды (individuals), классы (classes), свойства-значения (data properties), свойства-объекты (object properties), аннотации (annotations). Индивид это некая сущность, базовый элемент онтологии. Класс это множество индивидов, как правило, поименованное. Для классов могут быть определены подклассы, эквивалентные классы и суперклассы. Свойства-значения - это отношения между представителями классов и литералами, в то время как свойства-объекты - это отношения между представителями двух классов. Так же для классов, экземпляров и свойств можно добавлять описания, называемые аннотациями, в качестве значений которых может быть литерал либо URI. Аннотации не влияют на логический вывод. Все действия по работе с онтологиями сгруппированы в несколько контроллеров.

ClassController

Данный контроллер реализует методы, связанные с классами онтологии. Для того чтобы получить информацию о классах онтологии необходимо использовать URL следующего вида «Class/{action}/{classUri}», где: {action} – это методы Index, Individuals или SubClasses. По умолчанию – Index; {classUri} - идентификатор класса. По умолчанию - отсутствует.

Метод Index предназначен для отображения всех классов онтологии. Метод Individuals возвращает страницу с описанием класса с URI переданным в качестве параметра {classUri}. Основным элементом описания является список всех представителей данного класса. При щелчке по имени индивида осуществляется переход на страницу с его описанием. Метод SubClasses возвращает массив URI подклассов класса с идентификатором, передаваемым в параметре {classUri} в формате JSON (общепринятый языкнезависимый текстовый формат обмена данными). Этот, и другие подобные методы могут вызываться из client-side приложений, написанных с использованием AJAX, Silverlight и т.п.

IndividualController

Этот контроллер обеспечивает получение информации об экземплярах классов. Для этого используется URL вида «Individual/{action}/{individualUri}/{predicateUri}», где: {action} – методы Details, ObjectProperty, ObjectProperties, DataProperty, DataProperties, Annotation, Annotations. По умолчанию - Details; {individualUri} - идентификатор экземпляра. По умолчанию - отсутствует; {predicateUri} - идентификатор предиката (Свойства-Объекта, Свойства-Значения, аннотации). По умолчанию - отсутствует.

Метод Details выводит общую информацию об экземпляре. Методы ObjectProperty, ObjectProperties, DataProperty, DataProperties, Annotation, Annotations - возвращают массив объектов по запросу пользователя. Отличие состоит в том, что для методов, названных в единственном числе обязательно указание параметра {predicateUri}, по которому осуществляется дополнительная фильтрация.

ObjectPropertyController, DataPropertyController и AnnotationController

Данный набор контроллеров позволяет редактировать онтологию. Все они имеют методы Create, Edit и Delete, предназначенные для добавления, редактировать и удаления Свойств-объектов и Свойств-значений индивидов и аннотаций к объектам онтологии. Вызов методов осуществляется посредством POST запросов (в соответствии с подходом REST) «{controller}/{action}/{individualUri}/{predicateUri}», где: {controller} – имя вызываемого контроллера, например ObjectProperty или Annotation; {action} – Create, Edit, или Delete; {individualUri} - идентификатор экземпляра; {predicateUri} - идентификатор предиката. Помимо этого, в теле запроса передается строковый параметр Value, содержащий значение изменяемого предиката.

Представления

В проекте используются строго типизированные представления. Это означает, что после своего выполнения метод контроллера возвращает представление, которому соответствует экземпляр ViewModel, содержащий результаты выполнения метода. Это упрощает работу с результатами в представлении и облегчает отладку приложения. Так же для упрощения формирования представлений создан класс HtmlHelper, содержащий вспомогательные методы, расширяющие с помощью технологии Extension Methods C# 3.0 возможности существующих классов, учитывающие специфику работы с онтологиями, например: GetLabel() - позволяет получать метки для произвольных URI (возможна фильтрация результатов исходя из предпочитаемого пользователем языка

интерфейса); IndividualDetailsLink() - позволяет легко создать ссылку на страницу с описанием экземпляра, если имеется его URI; GetDataPropertyValue() – позволяет, зная URI экземпляра и URI предиката, получать значения свойств. Например, классы онтологий отображаются с помощью древовидного меню, написанного на JavaScript и загружающего данные динамически во время работы пользователя. Во главе иерархии находится класс Thing. При щелчке на имени класса можно перейти на страницу с описанием этого класса.

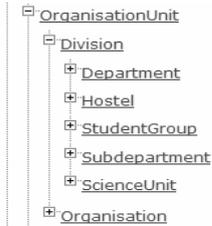


Рис. 1 Фрагмент дерева классов онтологии
Страницы с информацией об экземплярах онтологии содержат это список всех свойств-объектов, свойств-значений, аннотаций и классов, относящихся к экземпляру.

SidorovAO - Сведения

Простые свойства

Свойство	Значение	Тип данных
name	Александр	
surname	Сидоров	
firstName	Александр	
age	21	integer

Сложные свойства

Свойство	Значение
referTo	8Mq52
hasDegree	BachelorDegree

Рис. 2 Фрагмент страницы с описанием индивида
Заключение

Таким образом, использование шаблона MVC в сочетании с технологией ASP.NET является достаточно перспективным при разработке приложений по работе с онтологиями. Среди достоинств описываемого подхода можно отметить REST подход к URL, поддержку client-side приложений, относительную независимость логики представлений и контроллеров от используемой модели, возможность создания многоязычного пользовательского интерфейса и разработку с предварительным написанием тестов.

Литература

1. OWL Web Ontology Language Overview [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.w3.org/TR/owl-features/>, свободный.
2. D. Allenman, J. Hendler. Semantic Web for the Working Ontologist / San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers / 2008. - 349 стр.: ил. Онлайн семинары по современным технологиям Techdays.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.techdays.ru/>, свободный.

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ВРCS-СТЕГАНОГРАФИИ ДЛЯ СКРЫТОГО ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В ИЗОБРАЖЕНИЯ

Глебов А.В.

Белорусский государственный университет
aglebov@acm.org

Скрытое внедрение информации в изображение предполагает целенаправленную модификацию определенных характеристик изображения в соответствии со значениями битов информационного сообщения при сохранении размера и визуальной неразличимости модифицированного и исходного изображений. Целью внедрения может являться как скрытая передача информации, так и встраивание водяных знаков, идентификационных номеров, цифровых отпечатков и т.д. [1].

Методы стеганографии изображений подразделяются на методы, работающие в амплитудной области (оперирующие непосредственно значениями битов изображения), и методы, использующие пространства различных преобразований (например, преобразования Фурье, дискретного косинусного или вейвлет-преобразования). В силу простоты реализации наибольшее распространение получили амплитудные методы, модифицирующие значения наименее значимых битов [1]. Вместе с тем избирательная модификация отдельных групп старших битов часто также не приводит к заметному ухудшению качества изображения, что открывает путь для широкого класса адаптивных алгоритмов встраивания, одним из которых является метод Bit-Plane Complexity Segmentation (ВРCS) [2-5]. Метод основан на особенностях человеческого зрения, нечувствительного к малым изменениям в зашумленных областях изображения [1, 3].

Суть метода ВРCS-стеганографии состоит в разбиении изображения на битовые слои и выделении в каждом слое блоков, которые могут быть незаметно для человеческого глаза замещены другими, содержащими скрываемую информацию [1]. Размер блоков составляет 8×8 пикселей. В качестве меры сложности, определяющей пригодность блока для замещения, используется число пар различающихся смежных битов, нормированное на максимальное их количество [2, 3]. Для того чтобы обеспечить возможность последующего извлечения информации, необходимо гарантировать, что сложность замещающего блока (т.е. блока, содержащего биты внедряемого сообщения) также превышает пороговую. Если это требование для некоторого блока не выполняется, данный блок сопрягают посредством операции побитового «исключающего ИЛИ» с блоком, представляющим «шахматный узор». Сложность полученного в результате этой операции блока определяется как $1-\alpha$, где α – сложность исходного

блока [2]. Для пометки факта сопряжения в каждом блоке выделяется 1 служебный бит.

Достоинства метода ВРCS-стеганографии – это высокая емкость внедрения и простота технической реализации. К недостаткам следует отнести низкую стойкость к атакам и неизбежное разрушение встроенного сообщения при необратимых преобразованиях изображения-контейнера (например, при изменении размеров или компрессии). Как следствие, метод пригоден лишь для растровых изображений, хранящих значения каждого бита (ВМР, DIB и т.п.).

Для исследования возможностей метода было реализовано графическое приложение с использованием стандартных библиотек MFC и ATL. Главное окно приложения (рис. 1) содержит две области отображения, панель управляющих параметров, строку состояния, панель инструментов и меню.

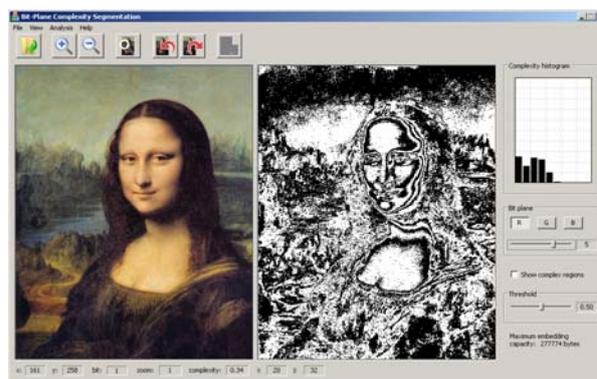


Рис. 1. Главное окно приложения ВРCS.

В каждую из областей отображения может выводиться: исходное изображение или его битовые слои либо модифицированное изображение или его битовые слои. Выбор осуществляется при щелчке правой клавишей мыши в пределах соответствующей области. Отображающееся при этом контекстное меню также позволяет сохранить текущее содержимое области в графический файл.

Прокручивание изображения в пределах области отображения выполняется путем «перетягивания» при удерживаемой левой клавише мыши. Для изменения масштаба служат кнопки «Zoom In» и «Zoom Out» панели инструментов и соответствующие пункты в меню «View».

Панель управляющих параметров включает область «Complexity histogram» и «Bit plane», флажок «Show complex regions», область «Threshold» и строку «Maximum embedding capacity». Область «Complexity histogram»

содержит гистограмму распределения сложности для текущего битового слоя, размеченную по 20% вдоль оси абсцисс и 10% вдоль оси ординат. После того как произведено встраивание информации, щелчком правой клавиши мыши внутри области гистограммы можно переключиться в режим отображения гистограммы сложности для модифицированного изображения. Область «Bit plane» позволяет выбирать битовый слой и цветовой канал для отображения (при необходимости автоматически происходит перерисовка содержимого областей отображения). После того как для загруженного изображения произведен анализ сложности, флажок «Show complex regions» позволяет включить выделение блоков, сложность которых превышает пороговую. Область «Threshold» содержит ползунок для установки порогового значения. При отмеченном флажке «Show complex regions» перемещение ползунка приводит к перерисовке областей отображения, что позволяет наглядно продемонстрировать влияние порогового значения сложности на количество доступных для замещения блоков. В строке «Maximum embedding capacity» выводится максимальная емкость данного изображения-контейнера при заданном значении порога (отображается после того, как произведен анализ изображения).

Поля «x» и «y» строки состояния отображают текущие координаты указателя в пикселях загруженного изображения относительно левого верхнего угла. В поле «bit» выводится значение бита текущего битового слоя в точке, соответствующей положению указателя мыши. Поле «zoom» содержит текущее значения масштаба (количество экранных пикселей на один пиксель изображения). Поле «complexity» служит для вывода значения сложности блока, в пределах которого находится указатель, а поля «i» и «j» отображают положение данного блока по горизонтали и вертикали соответственно.

Анализ сложности инициируется нажатием кнопки «Analyze image» панели инструментов либо выбором соответствующего подпункта в меню «Analysis». После этого возможно встраивание информации в изображение-контейнер либо извлечение ее оттуда, если встраивание было выполнено ранее. Для этого используются кнопки «Embed file» и «Extract data» соответственно. После встраивания можно сравнить исходное и модифицированное изображение и их отдельные битовые слои, а также сохранить полученное изображение в графический файл.

Преимущества данной программной реализации метода BPCS перед единственным известным ее аналогом – Qtech Hide&View v0.11 [6]:

- визуализация областей изображения, пригодных для встраивания информации;

- оценка максимально возможного объема встраиваемой информации для заданного изображения;
- расчет гистограмм распределения сложности;
- возможность сравнения отдельных битовых слоев изображения до и после встраивания информации;
- более дружелюбный графический интерфейс пользователя;
- бесплатность и отсутствие ограничений на использование.

Возможные направления дальнейшего усовершенствования предлагаемой программы включают применение рефлексного двоичного кодирования (кода Грея) при выделении битовых слоев, сжатие и при необходимости шифрование внедряемых данных, использование более совершенных мер сложности (таких как зашумленность границ и нерегулярность последовательностей битов), возможность установки различных пороговых значений для каждого из битовых слоев.

Хотя представленное приложение разрабатывалось в качестве демонстрационного, возможно его практическое применение для исследования пригодности изображений для встраивания информационных сообщений, а также для анализа изображений после их модификации.

Литература

1. Рогожный А.А., Ярмолик В.Н. Использование мер сложности графических образов при внедрении водяных знаков в логотипы программных средств // Доклады БГУИР. – 2006. – № 2. – С. 134-141.
2. Kawaguchi E., Eason R.O. Principle and application of BPCS-Steganography // Proc. of SPIE: Multimedia Systems and Applications. – 1998. – Vol. 3528. – P. 464-472.
3. Salomon D. Data coding for data and computer communications. – 2005. – Springer. – P. 375-378.
4. Hirohisa H. A data embedding method using BPCS principle with new complexity measures // Proc. Pacific Rim Workshop on Digital Steganography. – 2002. – P. 30-47.
5. Beaulieu S., Crissey J., Smith I. BPCS Steganography [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ianrichard.com/bpcs/abstract.pdf>, свободный.
6. Qtech Hide & View: An experimental program of BPCS-Steganography [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.datahide.com/BPCS/QtechHV-program-e.html>, свободный.

О ДЕЦЕНТРАЛИЗАЦИИ ФУНКЦИЙ РАСЧЕТНО-КАССОВЫХ ЦЕНТРОВ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА

Нижельский С.С., Киселева Т.В.

ГОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет»
stan-d-alone@yandex.ru

Предпосылки

Жилищно-коммунальное хозяйство (ЖКХ), имея огромное количество проблем, довольно успешно справилось с задачей информационного обеспечения. Городские власти имели перед собой два возможных пути решения проблемы получения полной, достоверной и своевременной информации о состоянии жилого фонда, структуре управляющих, обслуживающих и ресурсоснабжающих организаций, порядке и правильности начисления и приема оплаты за жилищно-коммунальные ресурсы, возможности осуществлять адресные меры социальной поддержки населения – сбор, обработка и анализ данных от каждого участника рынка либо ведение единой базы ЖКХ.

Естественным на тот момент решением являлась централизация – во многих городах для ведения базы ЖКХ, начисления и учета оплаты услуг были организованы единые расчетно-кассовые центры (ЕРКЦ), а, во избежание нарушения Федерального закона «О банках и банковской деятельности» [1], для приема платежей «выбран» банк (рис. 1).

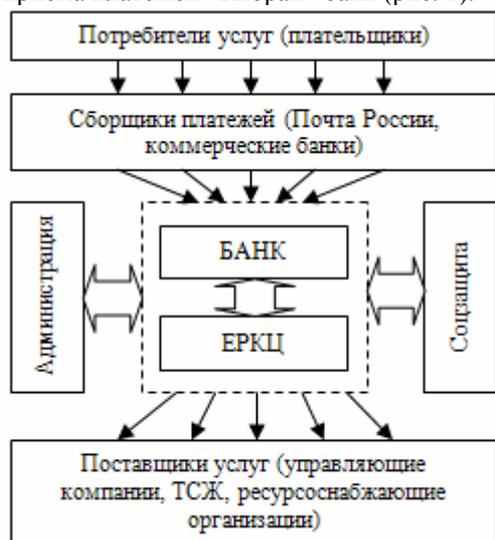


Рис. 1. Схема централизованного взаимодействия в ЖКХ

Основой ЕРКЦ являются автоматизированные системы, построенные на базе промышленных СУБД. К таким системам относятся «ЦФТ – Центр начислений», ПТК «Радей» и др. [2, 3], возможности которых позволяют вести учет и начисление платы за жилищно-коммунальные услуги в городах с численностью более 500 тысяч жителей.

Понятно, что ситуация с безальтернативным ЕРКЦ и Банком не способствует снижению

стоимости и повышению качества оказываемых услуг, в связи с чем часть поставщиков стали использовать собственные (либо приобретенные) системы начисления и учета жилищно-коммунальных услуг. Ограничением такого решения являлась необходимость организации собственных пунктов приема платежей, так как коммерческим банкам в этом случае пришлось бы обеспечивать прием и обработку реестров плательщиков от значительного количества разрозненных источников, а для жителей это обернулось бы неудобством при оплате – количество пунктов приема платежей сократилось, в большинстве случаев, до одного. Кроме того, квартплата, как правило, включает в себя платежи различным поставщикам, каждый из которых выставит собственный счет, а соответственно и примет платеж только за свои услуги в своем пункте оплаты (рис. 2).

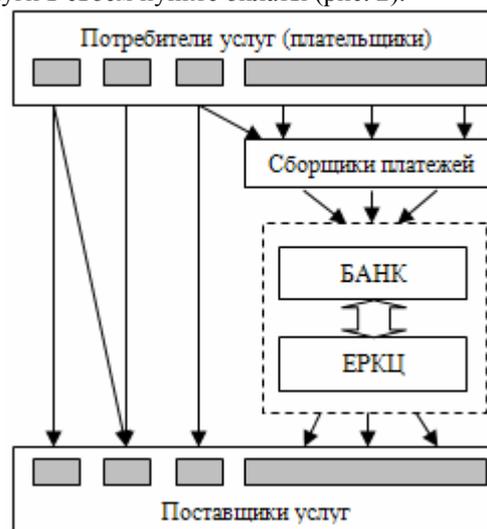


Рис. 2. Схема частично децентрализованного взаимодействия

Развитие

С принятием Федерального закона «О деятельности по приему платежей физических лиц, осуществляемой платежными агентами», вступающего в силу 01 января 2010 [4], схема взаимодействия становится «цивилизованной», обеспечивая высокую конкурентность (рисунок 3). Вступление в силу закона обеспечит возможность расчетным центрам, выполняющим до этого лишь функцию начисления и учета, реализовать полный биллинговый цикл.

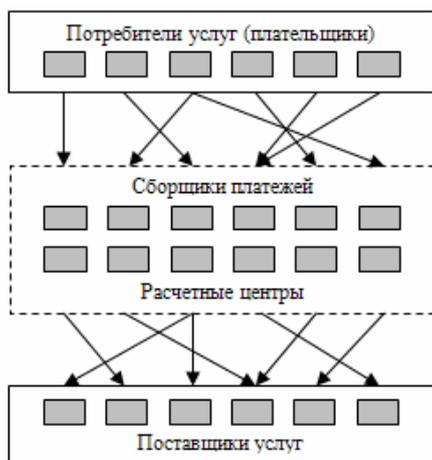


Рис. 3. Схема децентрализованного взаимодействия

Реализация

Происходящие в сфере ЖКХ изменения предоставляют обширные возможности для развития и повышения эффективности бизнес-процессов, но в то же время, требуют их модернизации, следствием чего является расширение функционала программного обеспечения расчетных центров.

Кроме того, децентрализация расчетных центров позволяет значительно снизить затраты на разработку либо приобретение, а также стоимость владения соответствующих автоматизированных систем, структура которых может быть унифицирована до вида (рисунок 4).

Модуль абонентских данных является фронт-офисом системы, предназначен для регистрации данных о плательщиках и потребителях услуг – то есть для учета движений по лицевым счетам, а также для фиксации сделок плательщика с поставщиками услуг.

Кассовый пункт предназначен для сбора и первичной обработки платежей.

Расчетный модуль – это центральный элемент системы, содержит базу данных расчетной подсистемы, осуществляет начисления, предоставляет информацию для модуля абонентских данных, модуля формирования отчетов и кассы. Расчетный модуль также обеспечивает массовую печать счетов на оплату для последующей рассылки плательщикам. Кроме того, агрегирует информацию о платежах, поступающую из модуля внешнего взаимодействия, и использует ее в дальнейших расчетах.

Модуль формирования отчетов обеспечивает представление данных лицам, принимающим решения, в виде, пригодном для анализа.

Модуль внешнего взаимодействия обеспечивает загрузку электронных реестров и ввод данных, полученных бандеролями с бумажными извещениями из кассовых пунктов и от сторонних сборщиков платежей. Данные извещений, поступившие в бумажном виде, переводятся в электронную форму.

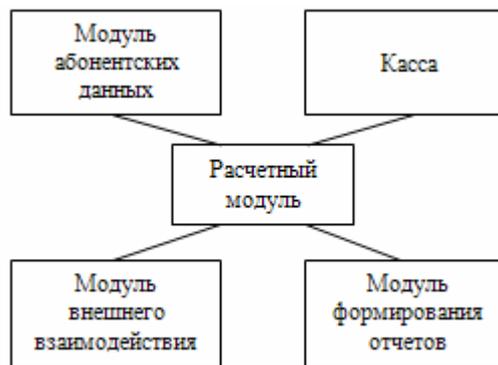


Рис. 4. Структура модулей автоматизированной системы расчетного центра

Унифицированным образом загруженные платежи сортируются между отделениями РКЦ и отделениями сторонних расчетных компаний. В конце каждого дня, посредством модуля внешнего взаимодействия, формируются сводные платежные поручения для перевода средств в отделения. Для сторонних расчетных компаний подготавливаются электронные реестры, расшифровывающие сделанное зачисление в пользу расчетной компании.

Для обеспечения живучести системы, снижению затрат на каналы связи, модуль абонентских данных и программное обеспечение кассовых пунктов могут функционировать в двух режимах:

- полнофункциональное взаимодействие, когда абонентские и кассовые пункты подключены к серверам расчетных пунктов в режиме реального времени;
- режим информационной инкассации и репликации данных между модулями абонентских и кассовых пунктов, включающих в данном случае собственный экземпляр базы данных.

Сам расчетный модуль, в таком случае, также может быть распределенным, состоящим из нескольких серверов, работающих в режиме репликации либо информационного обмена.

Литература

1. Федеральный закон от 02.12.1990 N 395-1 (ред. от 28.04.2009) «О банках и банковской деятельности».
2. Центр Финансовых Технологий (ЦФТ) [Электронный ресурс] – Режим доступа:[<http://www.cft.ru/>].
3. ПТК «Радей» - коммунальный биллинг, автоматизация ЖКХ, автоматизация ЕРКЦ ЖКХ [Электронный ресурс] – Режим доступа:[<http://www.radey.ru/>].
4. Федеральный закон от 03.06.2009 N 103-ФЗ (ред. от 28.11.2009) "О деятельности по приему платежей физических лиц, осуществляемой платежными агентами".

СИТУАЦИОННЫЙ ПОДХОД В ОБОБЩЕНИИ И КЛАССИФИКАЦИИ СИТУАЦИЙ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМ ЗДАНИЕМ

Иванникова О.А.

Астраханский государственный технический университет
Olesya.240981@mail.ru

Проблема описания интеллектуального здания как уникального объекта управления состоит не только в учете в этом описании его специфической структуры и функционирования, но и поведения людей, эволюции объекта во времени, а также возможности обобщения и классификации ситуаций, возникающих на объекте управления в процессе его эксплуатации.

Поэтому именно применение ситуационного подхода в создании математической модели интеллектуального здания дает возможность описывать на едином языке как сам объект управления и его функционирование, так и процедуру управления им в зависимости от установленных процедур обобщения и классификации.

Общая схема решения задачи ситуационного управления показана на рис.1.

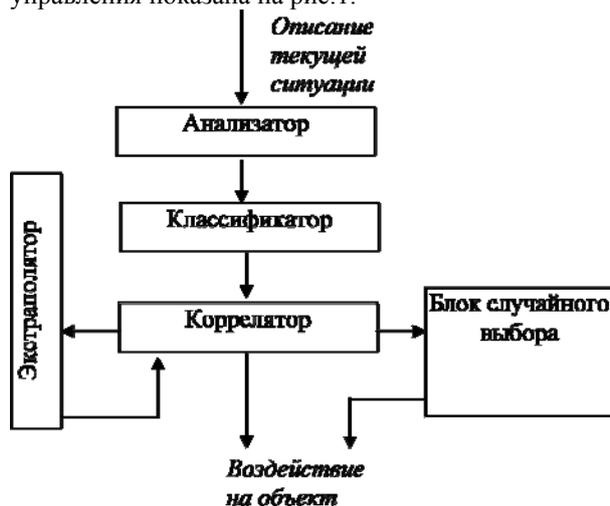


Рис. 1. Общая схема решения задачи ситуационного управления

Центральной ее частью является Классификатор. С его помощью решается основная задача – получение классов ситуаций, каждый из которых однозначно или с определенными приоритетами соответствует тем или иным решениям по управлению интеллектуальным зданием. Отсюда становится очевидной важная роль процесса обобщения описаний и их классификации.

Кардинальное отличие проблемы обобщения и классификации в ситуационном управлении от теории распознавания образов или кластерного анализа состоит в том, что, кроме самой задачи формирования обобщенных понятий и классификации по множеству заданных признаков, требуется еще решать задачу определения прагматически важных признаков, которые, как правило, заменяются в теории

распознавания образов поиском информативных признаков. [1]

Итак, первая особенность задач формирования понятий и классификации в ситуационном управлении – поиск прагматических признаков классификации, способных обеспечить нахождение таких обобщенных описаний ситуаций, которые позволяли бы успешно решать задачу поиска решения по управлению объектом.

В традиционной теории распознавания образов и в кластерном анализе центральную роль играет понятие признака.

Именно признаки выступают в качестве параметров, на основании которых происходит выделение обобщенных понятий и строится та или иная классификация. [2]

В языках описания ситуаций, типичных для всех методов управления, опирающихся на семиотические модели, огромную роль играют не признаки, а структуры отношений между объектами.

Во многих случаях, конечно, комплексы отношений можно рассматривать как своеобразные признаки. Но этому мешают два обстоятельства:

1. Резкое возрастание числа признаков, так как число возможных комплексов отношений стремительно возрастает с ростом числа отношений и увеличением их типового разнообразия, а большинство их комбинаций не имеет никакого значения для решения задачи обобщения.
2. Кроме того признаки приписываются определенным объектам и использование комплексов отношений в качестве признаков приведет к необходимости введения огромного числа лишних объектов.

Понятия, связанные с этими объектами, также будут лишними, ибо «понятие, которое мы не можем развернуть в суждение, не имеет для нас никакого логического смысла». [3]

И, наконец, зачастую практически невозможно вычленить тот признак, который используется для формирования понятия.

Вторая особенность задачи формирования понятий и обобщения ситуаций в области управления интеллектуальным зданием – наличие процедур обобщения, основанных на структуре отношений, присутствующих в описании ситуаций.

Третья особенность процедур, характерных для всех систем, работающих со знаниями и интеллектом – возможность работы с именами,

присваиваемыми отдельным понятиям и ситуациям. Имена – это признаки особого рода. И использование их при классификации отличает описываемый подход от традиционных процедур.

Эти три особенности задачи обобщения понятий и классификации требуют разработки специфических процедур формирования понятий и их классификации, ориентированные на решение задачи построения математической модели интеллектуального здания с точки зрения ситуационного управления.

Общая постановка такой задачи имеет следующий вид:

- 1) на множестве конкретных ситуаций $\{Q_i\}$ найти такое разбиение их на классы, при котором каждый класс Q_i имел бы в рамках данной модели управления некоторую «разумную» интерпретацию процесса управления ситуацией.
- 2) на множестве полных ситуаций $\{S\}$ необходимо выделить такое множество классов S_i , что каждый из них допускал бы «разумную» интерпретацию для процедуры поиска решения по управлению объектом.
- 3) классификация S_j по некоторому основанию должна быть согласована с классификацией на множестве воздействий (управлений) $\{U_k\}$.

При этом задача разбивается на два этапа:

- 1) обобщение текущих ситуаций
- 2) обобщение полных ситуаций.

Такая этапность не обязательна. Но в большинстве практически интересных случаев управления системой интеллектуального здания она оправдана. Текущие ситуации связаны только с самим объектом управления, с особенностями протекающих в нем процессов.

Поэтому классам Q_i отвечают обобщенные описания данного объекта. Они базируются на признаках и структурах отношений, характерных для объекта управления и важных для сжатия информации об объекте и протекающих в нем процессов.

Классы же S_i формируются в основном на базе тех признаков и структур отношений, которые связаны с процессом управления объектом, они используют как априорные знания об объекте и методах управления им, так и реальную предысторию, накопленную в процессе функционирования интеллектуального здания.

При постановке задачи обобщения для текущих ситуаций применяется поиск разбиения множества $\{Q_i\}$. Другими словами, классы Q_i (1)

удовлетворяют двум требованиям, обязательным для разбиений:

$$1) Q_i \cap Q_j = \emptyset, \text{ если } i \neq j \quad (1)$$

$$2) \bigcup_i Q_i = Q, \quad (2)$$

где Q – полное множество всех текущих ситуаций (2).

То или иное решение этой задачи всегда возможно. При решении же задачи обобщений и классификации полных ситуаций, как правило, найти разбиение их множества на классы не удастся. Это связано с тем, что для поиска классов S_i используется весьма неполная информация, получаемая от технологов-управленцев, а также операторов по эксплуатации систем интеллектуального здания. [4]

Поэтому вместо разбиения $\{S_i\}$ на классы в этом случае решается задача о нахождении покрытия множества S (4).

При этом

$$S_i \cap S_j \quad (3)$$

не обязательно пусты при $i \neq j$, но

$$\bigcup_i S_i = S \quad (4).$$

В процессе обобщения ситуаций S_i (3) и появления классов ситуаций возникает естественная иерархия, определяемая вхождением одних классов в другие. Так как прагматическая классификация основана на стремлении так сформулировать классы, чтобы облегчить поиск решения по управлению объектом, то иерархия классов полных ситуаций должна быть согласована с иерархией воздействий (управлений) следующим образом: если $S_i \subset S_j$

и для S_i характерны управления из множества U_i , а для S_j - из множества U_j , то должно иметь место вхождение:

$$U_i \subset U_j.$$

Литература

1. Поспелов Д.А. Ситуационное управление: теория и практика. – М.: Наука, 1986. – 285 с.
2. Вагин В.Н., Викторова Н.П. Вопросы структурного обобщения и классификации в системах принятых решений. Изв. АН СССР: Техническая кибернетика, 1982, №5, с. 64-73.
3. Асмус В. Ф. Логика. - М., 1997, с. 70.
2. Максименко В. А. Интеллектуальные здания: автоматизация и диспетчеризация систем жизнеобеспечения здания / В. А. Максименко // АВОК. – 2003. – №1. – С. 84. – НП АВОК: с. 95.

ПРОДУКЦИОННЫЙ ПОДХОД ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОСТРОЕНИЯ ДЕРЕВЬЕВ СОБЫТИЙ

Павлов Н.Ю., Николайчук О.А., Юрин А.Ю.
Институт динамики систем и теории управления СО РАН
sp_kyle@mail.ru

Введение

При анализе риска на опасном объекте эксперту в области безопасности требуется решить следующие задачи: определить последовательность возможных событий (базовые сценарии), которые могут нарушить безопасность производственного объекта, определить вероятность их возникновения, и рассчитать величину последствий. Решение этих задач обеспечивает оценку риска аварий и чрезвычайных ситуаций (ЧС). Ошибочное определение базовых сценариев развития событий, приводит к недостоверной оценке риска, а значит к авариям и ЧС. Большинство ошибок можно избежать, применяя программные комплексы и экспертные системы для оценки риска опасных производственных объектов, использующих методы, основанные на построении деревьев отказов и деревьев событий.

Существует ряд программных систем, использующих графические и логические возможности деревьев и графов связности [Risk Spectrum, RELEX, CRISS, FaultTree+, АРБИТР] для поддержки структурных методов анализа риска. В большинстве случаев подобные системы представляют собой универсальные графические редакторы инвариантные к предметной области и не имеют возможности автоматизированного формирования и построения деревьев отказов и деревьев событий. Построение и проверка моделей в виде дерева для анализа риска сложных систем могут быть весьма трудоемки. От степени трудоемкости зависит эффективность практического применения методики, а так же программного комплекса анализа риска. Поэтому предложен подход, обеспечивающий автоматизированное построение деревьев событий пользователями, не имеющими навыков программирования, на основе моделирования и комплексного применения информационных технологий и методов искусственного интеллекта.

Модель причинно-следственного комплекса

Автоматизированное построение деревьев предлагается осуществить на основе модели причинно-следственного комплекса развития аварийного процесса, а так же сведений о событиях и сценариях аварий вследствие отказов подобного оборудования. В процессе функционирования, сложный технологический комплекс (СТК) и его структурные элементы могут находиться в опасном техническом состоянии, обусловленным отказами структурных элементов, входящих в СТК, в результате чего аварийный процесс начинает развиваться в

определенной последовательности [1]. Для обеспечения глубины и точности анализа сценариев аварий выделены состояния, которые названы нежелательными состояниями: отказ (O), аварийная ситуация (AC), авария (A), чрезвычайная ситуация ($ЧС$). Нежелательные состояния образуют некую последовательность, обусловленную причинно-следственным комплексом их развития, конечным состоянием в которой является состояние чрезвычайной ситуации СТК:

$$O \rightarrow AC \rightarrow A \rightarrow ЧС \quad (1)$$

Согласно (1), построение деревьев событий состоит в последовательном определении всех возможных нежелательных состояний. Определение состояний осуществляется в прямом направлении: от текущего состояния к последующему, в том числе к конечному состоянию – чрезвычайной ситуации СТК. Такая последовательность обеспечивает прогнозирование состояний или построение дерева событий.

Продукционный подход

Преобладающий эвристический характер предметной области обусловил выбор метода продукций, как способа формализации знаний и обеспечения логического вывода на их основе [2].

Поиск решения основывается на использовании набора продукционных правил. Рассуждение на основе правил обеспечивает выработку принципиально нового решения, но уже с привлечением более глубоких знаний о явлениях, сопровождающих процесс изменения технического состояния.

В формализованном виде правило записывается следующим образом:

ЕСЛИ факт 1, факт 2, ..., факт n

ТО факт $n1$, факт $n2$, ..., факт m

Для представления сценариев аварии в виде последовательности классов нежелательных событий, каждый класс описан продукционной моделью, включающей описания механизма, кинетики и признаков нежелательного процесса [2].

Алгоритм построения деревьев

Рассмотрим обобщенный алгоритм автоматизированного построения деревьев событий на основе продукционных правил:

Шаг 1. Анализ информации о свойствах рассматриваемого опасного объекта, т.е. уточнение наблюдаемых характеристик объекта путем указания наличия или отсутствия определенных свойств объекта, воздействующих

факторов и их возможных значений.

Шаг 2. Выявление механизмов, кинетики и признаков формирования нежелательных процессов на рассматриваемом этапе (рис.1) с использованием продукционных правил.

Шаг 3. На основе выявленных механизмов, кинетики и свойств объекта построение поддеревьев на рассматриваемом этапе формирования нежелательных процессов (рис.1).

Шаг 4. Переход к следующему этапу (следующему нежелательному состоянию) (Шаг.2), если рассматриваемый этап не является этапом анализа состояния ЧС.

Шаг 5. Интеграция поддеревьев.

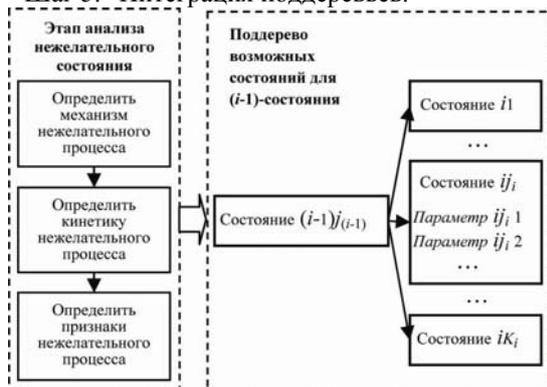


Рис. 1. Пример построения поддерева для рассматриваемого этапа (обобщенный вид)

Метаправила (обобщенные правила) баз знаний, используемые на этапе выявления механизма, кинетики и признаков формирования нежелательных процессов имеют следующий вид:

Правило 1: ЕСЛИ свойства объекта И вид опасности И внешние воздействующие факторы ТО механизм i -нежелательного процесса.

Правило 2: ЕСЛИ механизм i -нежелательного процесса ТО кинетика i -нежелательного процесса И $\dot{m}_{i1} \dots$ И \dot{m}_{in} .

Правило 3: ЕСЛИ кинетика i -нежелательного процесса ТО i -проявление И $\dot{m}_{i1} \dots$ И \dot{m}_{in} .

Таким образом, правила позволяют делать вывод о возможных механизме (правило 1), кинетике (правило 2) и проявлениях (правило 3) нежелательного процесса.

Правила, описывающие те или иные нежелательные процессы, протекающие после того, как объект перешел в аварийное состояние, могут быть описаны с различной степенью точности и глубины. Однако, главные факторы, обуславливающие вид нежелательного процесса и признаки его характеризующие, должны соответствовать имеющемуся опыту и некоторым

общепринятым моделям. Приведем примеры использования обобщенных правил, позволяющих описать сценарий развития аварии при выбросе нефти (опасное химическое вещество – ОХВ) по причине разрушения оборудования:

- ЕСЛИ разрушение оборудования (объем разрушений – полное) И ОХВ (состояние – нет жидкой фазы) ТО механизм нежелательного процесса «Выброс ОХВ без жидкой фазы»;

- ЕСЛИ кинетика нежелательного процесса «Выброс ОХВ без жидкой фазы» ТО выброс ОХВ (состояние – нет жидкой фазы, объем выброса – весь) И образование первичного облака И рассеяние первичного облака И воздействие на окружающую среду;

- ЕСЛИ кинетика нежелательного процесса «Выброс ОХВ без жидкой фазы» ТО первичное облако И количество ОХВ = масса ОХВ в оборудовании И плотность облака ОХВ = f_1 (плотность ОХВ в оборудовании, давление в окружающей среде) И радиус облака ОХВ = f_2 (количество хлора, плотность облака ОХВ).

В последнем правиле f_1 , f_2 – модули, вычисляющие плотность и радиус облака ОХВ соответственно.

Результатами активации набора продукционных правил являются поддеревья. Интеграции этих поддеревьев позволяет построить полное дерево событий.

Заключение

Предложен алгоритм автоматизированного построения деревьев событий, который позволит повысить эффективность практического применения методики анализа «дерева событий» в программных комплексах анализа риска. Алгоритм основан на применении продукционных правил. Продукционный подход позволит представить знания в естественном для них семантически значимом виде, что упрощает их разработку и модификацию и предоставляет возможность обрабатывать неполную и неточную информацию, которая может присутствовать в эвристических правилах.

Литература

1. Берман А.Ф. Дegradaция механических систем. – Новосибирск: Наука, 1998. – 320 с.
 Берман А.Ф., Николайчук О.А., Юрин А.Ю. Автоматизация прогнозирования технического состояния и остаточного ресурса деталей уникальных // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2009, №3. – С.48-57.

ПОДХОДЫ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ БАЗ ДАННЫХ ДЛЯ СЛОЖНЫХ ПРЕДМЕТНЫХ ОБЛАСТЕЙ

Осипова В.В.

Научный руководитель: Чудинов И.Л.
Томский политехнический университет
vikosi@tpu.ru

Постановка и актуальность задачи

С появлением концепции баз данных (БД) в последние десятилетия задача проектирования БД, отображения модели предметной области (ПрО) в структуру БД, остается наиболее важной. Основными этапами процесса проектирования БД являются [1]:

- 1) концептуальное проектирование, где собранные требования к данным ПрО (потребности) оформляются в виде концептуальной схемы ПрО, построенная на языке высокоуровневой, концептуальной модели данных, которая обладает развитыми средствами отображения семантики ПрО;
- 2) логическое проектирование, в результате которого строится логическая схема – концептуальная схема БД на языке логической модели данных (модели реализации), которая напрямую поддерживается выбранной СУБД;
- 3) физическое проектирование, при котором концептуальная схема БД преобразуется во внутреннюю схему БД, решаются вопросы физического размещения и организации эффективного доступа к БД.

Следует заметить, если концептуальная схема ПрО определена (после концептуального проектирования), то результаты 2-х других этапов (логического и физического проектирования) можно получить из предыдущего этапа, например, для построения логической схемы, применяя правила реляционной алгебры к концептуальной схеме, и физической схемы БД в зависимости от конкретного выбранного типа СУБД с помощью CASE-средств. Среди вышеперечисленных этапов 1-ый этап играет центральную роль, т.к. концептуальное проектирование традиционно представляет собой сложный процесс, плохо поддающийся формализации, отсутствуют готовые рецепты в «приготовлении» (создании) концептуальной схемы данных для любой сложной ПрО, к числу которых относятся и вузы, и поэтому этот процесс рассматривается как своего рода искусство [2].

На сегодняшний день существует ряд методик построения концептуальной схемы данных ПрО. В зависимости от основного используемого метода (анализа или синтеза), к которому они сводятся, можно выделить следующие подходы к концептуальному проектированию: декомпозиционный и интеграционный. Оба эти подхода позволяют построить концептуальную схему данных в виде объектов ПрО и связей между ними.

Однако использование только одного из подходов не дает гарантии определения полного перечня типов объектов ПрО.

В настоящей работе предлагается использовать комбинированный подход: декомпозиционный подход позволит выявить основные типы объектов уже на первых этапах его применения, а при помощи интеграционного подхода происходит дальнейшее дополнение и их уточнение. Далее опишем каждый подход и его применение для концептуального проектирования рассматриваемой ПрО вуза.

Декомпозиционный подход базируется на системном анализе ПрО и предполагает последовательное, многоуровневое разбиение моделируемой системы на подсистемы до тех пор, пока не станет очевидным информационное поле составных частей. Это позволяет учесть не только существующие, но и будущие потребности. Главным недостатком такого подхода является сложность его реализации (необходимо активное участие руководителей различных уровней). Успех и значение декомпозиционного метода состоит не только и не столько в том, что сложное целое расчленяется на все менее сложные и, в конечном счете, простые части, а в том, что, будучи соединены надлежащим образом, эти части снова образуют единое целое. В результате последовательная декомпозиция системы на подсистемы приводит к формированию иерархической древовидной структуры [3].

Для проведения декомпозиции необходимо сформировать совокупность оснований декомпозиции – стандартных моделей, учитывающих специфику ПрО, – и определить порядок их использования.

Высокий уровень абстрактности этих моделей позволяет использовать их для любых типов систем, причем для описания различных аспектов систем. Однако, чтобы применить формальную модель к рассматриваемой системе, необходимо придать ей конкретное содержание, т.е. решить, какие аспекты реальной системы включать как элементы модели избранного типа, а какие нет, считая их несущественными.

Для выявления основных типов объектов ПрО предлагается использовать методику декомпозиции целей, описанную в [4] для применения в системах организационного управления (система управления, объектом которой являются коллективы людей).

В соответствии с методикой после формулирования глобальной цели системы определяются основания декомпозиции глобальной цели на подцели, которые, как

правило, являются неэлементарными, и последующие этапы связаны с их дальнейшей декомпозицией с использованием выявленных оснований в качестве соответствующих классификаторов. Для каждой итерации процедуры декомпозиции необходимо определять основные разделы требований и уточнение полученных в результате предыдущих этапов требований с учетом интерпретации оснований декомпозиции. Основная проблема использования выбранной методики состоит в нетривиальности интерпретации типовых оснований декомпозиции к рассматриваемой ПрО.

Применяя описанную методику декомпозиции целей для вуза, получается следующее описание.

1. Глобальной целью вуза как системы является обеспечение населению получения высшего образования.

2. Определяем основания декомпозиции глобальной цели.

2.1. По системам, взаимодействующим с вузом:

- Вышестоящие системы: орган управления ВПО
- Подчиненные системы: заказчики
- Актуальная система: вузы

2.2. По конечным продуктам (КП) вуза:

- Специалисты
- Литература (учебная, научная)
- Результаты интеллектуальной деятельности

Если на этих первых этапах предлагаемые методикой основания соответствовали требованиям рассматриваемой ПрО, то на последних этапах необходимо применить усилия для интерпретации типовых оснований декомпозиции в условиях исследуемой ПрО. Так в соответствии с методикой далее предлагается следующая декомпозиция.

3. Определяем основные разделы требований выявленных систем, оказывающих влияние на вуз, к его КП.

3.1. Уточнение требований целесообразно осуществить в соответствии с этапами жизненного цикла производства КП: выявление потребности в КП – производство КП – потребление (использование) КП.

3.2. Дополнительное уточнение требований, сформулированных на предыдущем этапе предлагается провести с учетом элементов, участвующих в производстве конечного продукта и отношением между ними: средства труда – предметы труда – кадры. (Средства труда – средства, с помощью которых обеспечивается выполнение этапов жизненного цикла конечных продуктов. Предметы труда – собственно конечные продукты, их составляющие либо промежуточные объекты, являющиеся объектами преобразования. Кадры – работники либо средства, с помощью которых осуществляется производство конечных продуктов.)

Далее для рассматриваемой ПрО в соответствии с методикой приводим интерпретацию требований, выявленных для

вышестоящей системы, к специалистам, выпускаемых вузом.

■ Выявление потребности – обеспечение возможности получения высшего образования.

○ Предмет труда:

- абитуриент, желающий получить высшее образование;
- документ, подтверждающий полученные им необходимые знания (аттестат, диплом).

○ Средства труда:

- абитуриент (с помощью своих знаний);
- денежные средства (для платного обучения).

○ Кадры:

- приемная комиссия.

■ Производство КП – подготовка дипломированного специалиста (обучение населения для получения высшего образования).

○ Предмет труда:

- студент, получающий высшее образование.

○ Средства труда:

- преподаватель (с помощью своих знаний);
- оборудование;
- учебная литература;

○ Кадры:

- преподаватель.

■ Потребление КП – выпуск специалиста.

○ Предмет труда:

- специалист, получивший высшее образование;
- диплом.

○ Средства труда:

- студент (с помощью своих знаний).

○ Кадры:

- государственная аттестационная комиссия.

В результате использования методики декомпозиции целей уже на первых этапах выявляются основные типы объектов ПрО. Несмотря на принцип полноты, который утверждает декомпозиционный подход, этот процесс не может гарантировать абсолютную полноту анализа, т.к. с другой стороны применяется принцип существенности: в модель включаются только компоненты, существенные по отношению к целям анализа. Поэтому далее для дополнения типов объектов вуза рассмотрим применение интеграционного подхода.

Интеграционный подход основан на анализе существующих потребностей пользователей в информации. Считается, что потребности эти отражены в текущих документах и дополнительно могут быть выявлены в результате специального опроса пользователей.

Основным недостатком такого подхода является необходимость постоянного развития и

модернизации схемы, связанной с естественным расширением информационных потребностей пользователей с течением времени, т.е. отсутствие необходимости пользователей в той или иной информации не отражается в концептуальной схеме.

Для применения интеграционного подхода предлагается использовать стандарт моделирования IDEF1X для построения концептуальной схемы. В IDEF1X используются 3 уровня логической модели для представления данных ПрО. На начальном этапе определяются сущности (объекты) и связи между ними, отражающие основные бизнес-правила ПрО. На следующем уровне представляется более подробное представление данных: выполняется уточнение выделенных объектов и выделений декларативных ограничений целостности. На завершающем этапе выполняется детальное представление структуры данных: полное описание всех сущностей, их атрибутов и связей между ними.

Рассмотрим, например, процесс обучения студентов в вузе. С помощью декомпозиционного подхода выявили: студент, получающий высшее образование, преподаватель, который дает ему знания с помощью своих знаний и/или оборудования и учебной литературы. На начальном этапе интеграционного подхода можно сказать, что студент связан с преподавателем через объект Занятие, которое последний проводит для первого; однако занятие проводится не для конкретного студента, а для Группы, в которой он учится. В результате дальнейшего выполнения уточнения структуры данных на последующих этапах получим представление, приведенное на рисунке 1.

Заключение

Таким образом, применение комбинированного подхода (совместно декомпозиционного и интеграционного подходов) к концептуальному проектированию позволяет построить наиболее полную концептуальную схему данных для сложной ПрО, к которым относится и вуз.



Рис. 1. Отображение процесса обучения студентов в вузе в виде концептуальной схемы

Литература

1. Navathe S.B. Evolution of Data Modeling for Databases / S.B. Navathe // Communications of the ACM. – 1992. – Vol. 35, Issue 9. – p. 112-123.
2. Barker R. Case*Method – Entity Relationship Modelling / R. Barker. – Addison Wesley Professional, Great Britain, 1990.
3. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Основы системного анализа: Учеб. 2-е изд., доп. – Томск: Изд-во НТЛ, 1997. – 396 с.: ил.
4. Основы системного подхода и их приложение к разработке территориальных автоматизированных систем управления / Под ред. Ф.И. Перегудова. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1976. – 243 с.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРОГРАММ

Сентякова А.В., Фарафонов А.И.

Ижевский государственный технический университет

anna.sent@gmail.com

Введение

Задача автоматической оценки качества программ состоит в следующем. В типичной дистанционной обучающей системе по программированию имеется компьютер-сервер, на котором запущена тестирующая подсистема. С помощью веб-интерфейса обучающиеся отправляют на проверку решения задач, которые сохраняются в базе данных (БД). Тестирующая подсистема извлекает решения задач из БД, компилирует исполняемые файлы и запускает их, тестируя на множестве тестов. Предполагается, что задачи являются несложными, и программы решения таких задач занимают не более одного экрана кода (25 – 60 строк). Необходимо:

- дать наиболее точную оценку **времени** выполнения программы, чтобы принимать наиболее эффективные реализации и отбрасывать неэффективные;
- дать оценку **качества кода** и выдать рекомендации по его модернизации.

Для оценки качества кода существуют различные метрики, применявшиеся ранее в больших организациях для оценки труда программиста. Авторы видят возможным создание комплексных оценок качества кода и применение их в учебном процессе. Это даст преподавателю возможность получать не только оценки **верности работы** алгоритма, но и оценки качества реализации алгоритма, а обучающемуся – возможность оперативно получать рекомендации по улучшению кода.

Критерии оценки качества программ

Пусть имеется:

- множество задач $T = \{t_i \mid i=1, \dots, n\}$, n – количество задач;
- множество эталонных программ (решений задач) $P = \{p_i \mid i=1, \dots, n_0\}$, где n_0 – количество программ, $n_0 > n$. Определим понятие эталонной программы далее;
- отношение между задачами и эталонными программами $S = \{(t, p) \mid p \text{ – решение задачи } t\}$, $S \subset T \times P$;
- множество тестовых наборов (наборов входных и выходных) данных $D = \{D_i \mid i=1, \dots, n\}$, каждой задаче соответствует один набор. Набор тестов представляет собой множество пар: $D_i = \{ \langle x_{ij}, y_{ij} \rangle \mid j=1, \dots, m_{ij} \}$, где m_i – количество тестовых наборов для i -й задачи.

Эталонная программа не считается абсолютно качественной. Поэтому одной задаче может соответствовать несколько эталонных решений. Кроме того, любое решение, отправленное на проверку может стать эталонным. Начальное множество эталонных решений используется для

первоначальной оценки времени работы, которая затем может корректироваться. Необходимо **определить показатели для оценки качества** неэталонных программ.

Программа запускается на компьютере определенной конфигурации и в определенной операционной среде, что влияет на реальное время работы программы.

Оценим истинное время работы i -й программы на j -м тесте как среднее арифметическое времени работы программы при K запусках на этом тесте:

$$t_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^K t_k}{K},$$

где t_{ij} – истинное время работы i -й программы на j -м тесте, t_k – время работы программы при запуске, K – количество запусков.

Реальное время работы программы на j -м тесте оценим как максимальное время работы при K запусках программы на этом тесте, увеличенное в два раза (чтобы учесть случайные задержки в работе проверяющей подсистемы при работе в многозадачной среде):

$$t_{ij}^{\max} = 2 \cdot \max \{t_k\}_{k=1}^K. \quad (1)$$

Коэффициент 2 в формуле (1) также учитывает влияние языка программирования, на котором реализована программа. Различные реализации языков программирования имеют различную производительность в зависимости от реализации компилятора, интерпретатора, встроенных процедур и функций, стандартных библиотек, структур данных. Например, сравним языки программирования C++ и Java [1]:

- язык C++ более производителен в работе со строковым типом, чем язык Java, так как позволяет изменять содержимое строки путем простого присваивания, а Java-строка является неизменяемой, и каждый раз приходится создавать новую строку и выделять для нее память. (Но следствием этого в Java является более быстрая операция взятия подстроки);
- Java быстрее работает со связными списками, вызовы методов в Java также являются практически «бесплатными»;
- C++ является более производительным в задачах с математическими вычислениями, в которых интенсивно используются типы данных int, long, double, тригонометрические операции;
- в C++ лучше реализованы операции ввода-вывода;
- в Java быстрее создаются объекты, лучше реализована работа с хеш-функциями.

Аналогичные примеры можно привести и для других языков программирования. Хотя некоторые языки объективно медленнее (например, интерпретируемые языки, такие, как Python). Таким образом, в формулу (1) нельзя добавить некоторый коэффициент, зависящий от языка, так как зависимость нелинейная и определяется конкретной реализацией языка. В таком случае идеальной была бы реализация эталонной программы на всех используемых языках и оценка реального времени работы программы для каждой такой программы, поскольку (пока) не реализована работа со всевозможными языками на одной платформе (с использованием промежуточного языка).

Производительность i -й программы на j -м тесте можно определить как отношение размера входных данных j -го теста к истинному времени работы программы:

$$\eta_{ij} = \frac{N_{ij}}{t_{ij}}.$$

Здесь N_{ij} – размер входных данных x_{ij} i -й программы j -го теста. Размер входных данных соответствует n в оценке $O(n)$ для предполагаемого автором задачи алгоритма. Например, для алгоритмов сортировки N_{ij} будет размером массива. Поскольку эталонная программа может иметь различную асимптотическую сложность, то время ее работы необязательно линейно зависит от размера входных данных (например, $n \log n$ дает меньшее время работы на входных данных большего размера). Этот факт «мешает» созданию комплексной оценки времени работы программы (как истинного, так и реального) на любом тесте ($j=1, \dots, m_i$).

Таким образом, время работы программы целесообразно оценивать с помощью формулы (1), которая приблизительно учитывает влияние операционной среды и языка реализации, если производительность этих языков примерно одинаковая.

Рассмотрим понятия качества программы, алгоритма и реализации алгоритма. Качество определяется как степень соответствия совокупности присущих характеристик требованиям [2].

Качество программы определяется:

- качеством алгоритма и
- качеством реализации.
- Качество алгоритма, в свою очередь, определяется
- корректностью его работы, то есть программа должна при вводе входных данных x_{ij} должна выдавать выходные данные y_{ij} ,
- асимптотической сложностью (и другими оценками).

Качество реализации программы зависит от:

- выбранного языка программирования;
- выбранного для реализации алгоритма (который может иметь сложность, отличающуюся от сложности эталонной программы);
- знаний и навыков программирования на выбранном языке.

Эталонной будем считать программу, которая дает верный результат в приемлемое время и отличается качественной реализацией.

В автоматической оценке качества программ можно выделить две ступени анализа:

1. Не заглядывая в текст программы, можно оценить время ее работы, потребляемую память и ее корректность (дополнительно – количество предупреждений при компиляции и сборке), запустив программу.
2. По тексту программы можно оценить используемый алгоритм, построить дерево программы, определить порядок роста (в терминах асимптотического анализа и О-нотации), вычислить различные метрики (покрытие кода, связность, количество операторов и переменных, количество строк кода), оценить структурированность, форматирование кода.

Соответственно можно выделить:

1. основные требования к рассматриваемым программам:
 - a. корректность,
 - b. приемлемое время работы,
 - c. приемлемое потребление памяти;
2. дополнительные требования, касающиеся исходного кода программы.

Заключение

Таким образом, весьма перспективной видится задача автоматической оценки качественных характеристик программ на различных языках программирования. В качестве подхода к решению задачи можно рассмотреть создание алгоритмического метаязыка, позволяющего оценивать сложность и качество алгоритмов программ на реальных языках программирования.

Литература

1. Christopher W. Cowell-Shah – Nine Language Performance Round-up: Benchmarking Math & File I/O [Электронный ресурс].–Режим доступа:http://www.osnews.com/story/5602/Nine_Language_Performance_Round-up_Benchmarking_Math_File_I_O/page3/, свободный.
2. ГОСТ Р ИСО 9000 – 2001. 3 Термины и определения [Электронный ресурс].–Режим доступа:<http://protect.gost.ru/v.aspx?control=8&baseC=6&page=0&month=1&year=2009&search=9000&RegNum=1&DocOnPageCount=15&id=123188&pagеK=80DEDf66-9616-4E55-B7A6-AD17B3D2B454>, свободный.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ОБУЧЕНИЯ РАБОТЕ В MICROSOFT WORD

Ткаченко Д. С., Немировский В.Б.
Томский политехнический университет
nemir-vb@ad.cctpu.edu.ru

Важным компонентом компьютерных обучающих систем являются системы, предназначенные для проведения итоговой проверки результатов обучения. Чаще всего такие системы строятся по принципу закрытого тестирования: вопрос – список вариантов ответа. Но закрытое тестирование позволяет контролировать только самый низкий уровень усвоения знаний - уровень знакомства [1]. Для проверки усвоения практических приемов и навыков работы в компьютерных инструментальных средствах (т.е. практических знаний) указанный принцип построения систем контроля не является лучшим.

Более объективные результаты контроля может дать система, построенная на автоматизированной проверке выполнения обучающимся комплексного задания.

Целью данной работы является создание системы, предназначенной для проведения автоматизированной итоговой проверки результатов обучения работе в MS Word, например, при изучении курса информатики.

В данном случае задача проверки практических знаний сводится к задаче выявления того, насколько результат выполненной работы соответствует заданным требованиям. Результатом работы является документ, созданный в изучаемом приложении.

Заданные же требования к результатам работы сводятся обычно к следующим:

- наличие у документа определенной структуры;
- присутствие в нем некоторых обязательных элементов;
- соответствие параметров определенных элементов структуры документа заданным значениям.

Таким образом, контроль практических знаний в данном случае может быть сведен к анализу структуры созданного документа и параметров его элементов. Процедура контроля может быть построена следующим образом. Предварительно подготавливают в определенном формате описание того, что требуется создать (структуры документа, наличия в нем обязательных элементов и их расположения в документе, а также параметров элементов структуры). С помощью разработанных программных средств контроля параметры созданного документа сравниваются с подготовленным описанием. На основании сравнения делается оценка выполненного задания.

Автоматизировать эту процедуру позволяет один из вариантов программных СОМ-

технологий, получивший название Automation. Этот вариант использует понятие серверов автоматизации (приложений, предоставляющих определенные услуги) и контроллеров автоматизации (клиентов, пользующихся этими услугами). Доступ к услугам осуществляется с помощью программных механизмов, называемых интерфейсами. Многие приложения Windows (в частности, приложения пакета Microsoft Office) предоставляют большое количество разнообразных интерфейсов СОМ-объектов, создаваемых ими в своем адресном пространстве, и могут служить серверами автоматизации.

Структура системы

Для успешного выполнения поставленной задачи на первоначальном этапе была разработана структура системы, определены все связи и способы взаимодействия между ее компонентами.

Изначально были логически выделены 3 части системы итогового контроля:

- Редактор описания заданий;
- Документ – описание задания;
- Инструмент итогового контроля

(осуществляющий проверку практической работы).

Позже был выделен отдельный класс “WordController”, который содержит в себе все необходимые методы для работы с MS Word (рис 1).

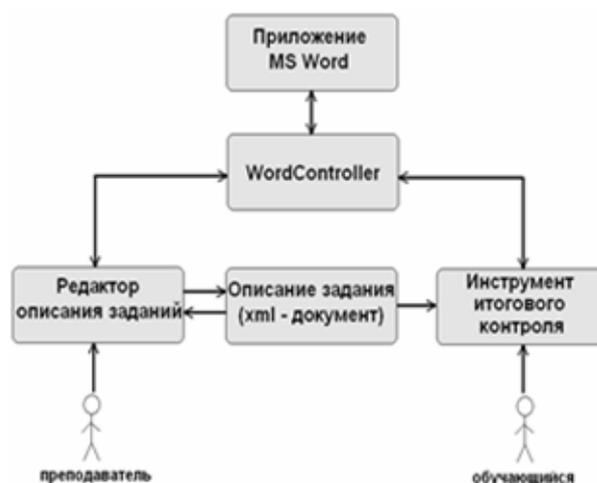


Рис. 1. Структура системы автоматического контроля обучения работе в Word

Инструмент итогового контроля (принцип работы)

Описание контролируемых параметров заданий проще всего представлять в виде заведомо определенной совокупности свойств внутренней иерархии объектов. Расширяемый

язык разметки (XML) лучше всего подходит для этой цели.

Средство итогового контроля выполнения практической работы использует в качестве входных данных выбранный вариант описания задания (которому соответствует определенный XML-файл), а также реальные результаты выполнения работы в офисном приложении в соответствии с процедурой, описанной выше.

По итогам проверки инструмент итогового контроля выдает диагностику ошибок и оценку результата выполнения практической работы (рис. 2).

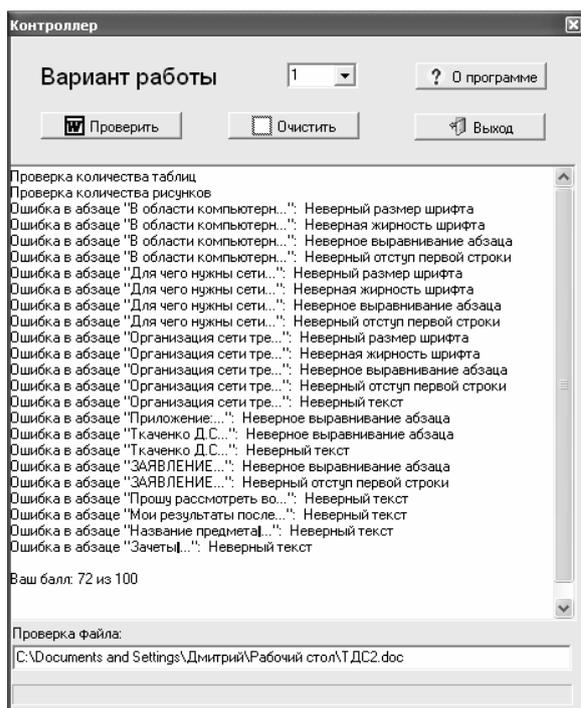


Рис. 2. Окно инструмента итогового контроля после выполнения проверки работы

Редактор описания вариантов заданий

Помимо средства, осуществляющего итоговый контроль выполнения практической работы необходим также инструмент, который будет брать на себя роль помощника преподавателя при подготовке описаний вариантов заданий.

Разработанное средство – редактор описания заданий – позволяет описывать параметры варианта задания (количество абзацев, шрифты, параметры абзацев, встроенных объектов) на естественном языке с использованием встроенных средств – строк, выпадающих списков и других управляющих элементов. Результатом описания варианта задания является XML-файл, который используется инструментом итогового контроля в процессе проверки выполненного задания.

Пользовательский интерфейс окна редактора представлен на рис. 3. В левой части окна

располагается дерево объектов, полученное из структуры загруженного XML-документа. Данное дерево служит для возможности навигации по абзацам, описанным в XML-модели, для последующей корректировки значений параметров. При выборе объекта в дереве навигации, абзац, ассоциированный с данным узлом, попадает в редактор. Если же выбран корневой элемент, то в редактор будут загружены все абзацы.

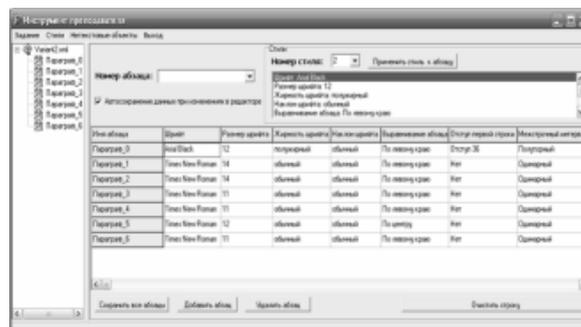


Рис. 3. Пользовательский интерфейс редактора описания заданий

Количество абзацев в задании регулируется кнопками “Добавить абзац” и “Удалить абзац”, расположенными в нижней части редактора свойств. Кнопка “Очистить строку” может быть использована для сброса всех параметров текущего абзаца.

Для удобства редактирования параметров предусмотрена возможность создания и применения собственных стилей. Стиль можно создать, получить из выделенного абзаца в открытом документе MS Word, применить к текущему абзацу и сохранить для возможности дальнейшего использования.

Редактор описания заданий может работать в следующих режимах:

- Создание нового описания задания.
- Открытие для редактирования созданного ранее описания задания.
- Получение модели XML-документа (абзацы и их свойства) из открытого документа MS Word.

Заключение

Описанные принципы построения системы контроля практических знаний могут быть с тем же успехом использованы для работы с другими приложениями пакета Microsoft Office.

Литература

1. Карлашук В.И. Обучающие программы. – М., Солон-Р., 2001. – 528 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ОНТОЛОГИЧЕСКИМИ МОДЕЛЯМИ В РАМКАХ ПРОЕКТА SIS

Сидоров А. О., Тузовский А. Ф.
Томский политехнический университет
alexidsa@gmail.com

Введение

Все информация и данные организации содержатся во множестве разнообразных источников R (документы, файлы, базы данных, внешние ресурсы, на которые есть ссылки) $R = \{R_1, \dots, R_n\}$. Кроме этого, в организации имеется множество потребителей информации Π (специалисты, каталоги, бизнес-процессы и входящие в них задачи), которые заинтересованы в своевременном получении некоторого вида информации $\Pi = \{\Pi_1, \dots, \Pi_n\}$.

Для организации работы с разнотипной и распределенной информацией и данными предлагается использовать онтологическое моделирование [2]. Под онтологической моделью (онтологией) O в данном описании понимается знаковая система $\langle C, T, P, F, L, A \rangle$, где, C – множество элементов, которые называются понятиями; T – частичный порядок на множестве C , задающий отношения «подкласс» и «суперкласс»; P – множество элементов, которые называются свойствами (двуместными предикатами); F – функция, которая назначает каждому элементу множества P множество элементов из множества C (с учетом их иерархии в T), к которым оно применимо (область действия, область, domain) и множество элементов из множества C или литералов (экземпляров примитивных типов, таких как строки и числа), которые могут быть их значениями (область возможных значений, интервал, range); $L = \{L^C, L^P, \alpha^C, \alpha^P\}$ – множество текстовых меток, которые определяют профессиональные термины организации и их соответствие, соответствие α^C – элементам множества C , α^P – элементам множества P ; A – набор аксиом онтологии – утверждения об элементах предметной области, которые считаются верными, выраженных с использованием соответствующего логического языка.

Данные проблемы решаются в рамках проекта Semantic Integration System (SIS).

Ядро SIS разрабатывается на платформе .NET и представляет собой клиент-серверное WCF-приложение, базирующееся на конвертированных при помощи IKVM.NET из Java в .NET фреймворке OWLAPI и ризонере Pellet. Модели онтологий хранятся на сервере, а на клиент возвращаются только результаты запросов.

С использованием OWLAPI разрабатывается подсистема работы с исходными онтологиями. Pellet используется в подсистеме для работы с выведенными онтологиями для логического вывода на базе модели и сущностей OWLAPI.

Структура ядра проекта SIS

Рассмотрим сборки, составляющие ядро проекта SIS, а также основные содержащиеся в них классы.

- Сборка OwlApiCoreWcf

Сборка, объединяющая сущности, доступные как на клиенте, так и на сервере.

- IOntology – интерфейс, на базе которого строится клиент-серверное взаимодействие при работе с исходными онтологиями
- IReasoner – интерфейс, на базе которого строится клиент-серверное взаимодействие при работе с выведенными онтологиями

- Сборка OwlApiCore

Сборка, реализующая серверную часть ядра.

- OntologyService – реализация логики для работы с исходной онтологией
- OntologyServiceHelper – вспомогательный класс, берущий на себя логику добавления новой онтологии при первой загрузке.
- ReasonerService – реализация логики для работы с выведенной онтологией
- Converter – класс, конвертирующий некоторые сущности Java в .NET для большего удобства работы на клиенте
- OntologyTriple – класс, объединяющий идентификатор, ссылку на модель исходной онтологии и ссылку на модель выведенной онтологии
- OntologyStore – класс, содержащий список загруженных ранее онтологий в виде OntologyTriple
- OwlOntologyManager – синглтон над классом OWLOntologyManager (реализованный в OWLAPI), гарантирующий использование одного менеджера онтологий.

- Сборка OwlApiCoreTest

Содержит Unit-тесты для проекта OwlApiCore.

Подсистема работы с исходными онтологиями

Подсистема работы с исходными онтологиями строится на базе фреймворка OWLAPI и состоит из серверной и клиентской частей.

Центральным элементом серверной части подсистемы является класс OntologyService, реализующий интерфейс IOntology. На базе интерфейса IOntology строится клиент-серверное взаимодействие. Рассмотрим роль этого интерфейса с клиентской стороны (рисунок 1).

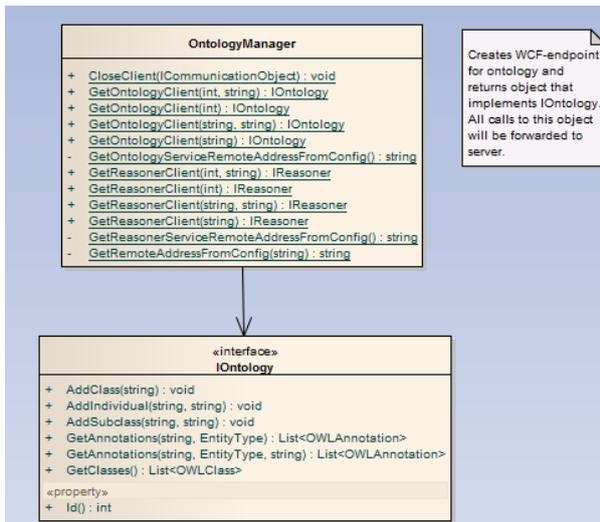


Рисунок 1. Диаграмма классов клиентской части подсистемы работы с «чистыми» онтологиями

Класс `OntologyManager` берет на себя всю инфраструктурную работу, связанную с WCF и возвращает клиенту прокси-обертку над интерфейсом `IOntology`. Все обращения к прокси перенаправляются на сервер.

Таким образом, клиенту очень удобно работать с онтологией: достаточно запросить прокси у класса `OntologyManager`, а затем использовать его через интерфейс `IOntology`.

Подсистема работы с выведенными онтологиями

Подсистема работы с выведенными онтологиями строится на тех же принципах. На месте `OntologyService` мы видим `ReasonerService`, реализующий интерфейс `IReasoner`, который выполняет ту же роль, что и `IOntology`. Аналогичным с подсистемой работы с чистыми онтологиями образом выглядит и клиентская часть данной подсистемы (рисунок 2)

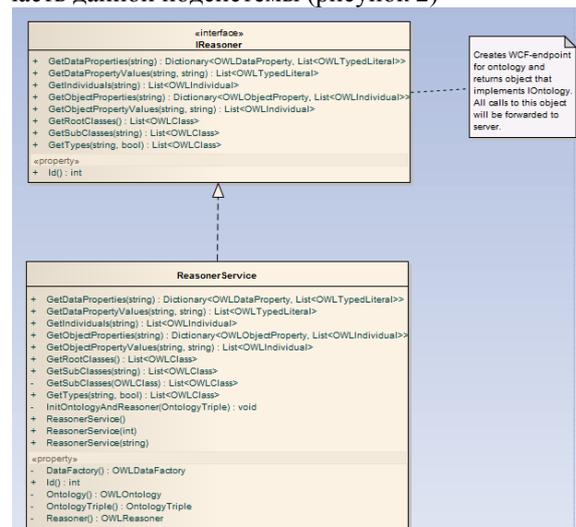


Рисунок 2. Диаграмма классов клиентской части подсистемы работы с выведенными онтологиями

Принцип работы OntologyStore

Одним из ключевых элементов серверной части ядра является `OntologyStore` – кэш ранее загруженных онтологий.

При первом запросе онтологии для нее создается объект `OntologyTriple` (который представляет собой объединение идентификатора, ссылки на модель исходной онтологии и ссылки на модель выведенной онтологии), присваиваются сгенерированный идентификатор и ссылка на загруженную исходную онтологию. Данный объект `OntologyTriple` добавляется в `OntologyStore` (который, по сути, является коллекцией объектов типа `OntologyTriple`), откуда может быть получен при последующих запросах (без необходимости вторичной загрузки онтологии).

При запросе выведенной онтологии по идентификатору, для которого уже содержится исходная онтология в `OntologyStore`, будет найден необходимый `OntologyTriple`, а на базе содержащейся в нем исходной онтологии будет создана выведенная онтология. Таким образом, в системе явным образом кэшируются только сами онтологии, но не запросы к ним. Хотя, например, `Pellet` динамически выводит онтологию для данного запроса только один раз – при последующих запросах используется ранее выполненный вывод.

Заключение

С ростом требований к ядру от других подсистем стало очевидно, что текущий набор средств не обеспечит нужной функциональности и масштабируемости. Доработка `Pellet` заняла бы слишком много времени и усложнила бы создание конкурентоспособного продукта. Поэтому было принято решение о смене курса развития, что инициировало вторую эволюционную ветку развития ядра, для которой характерно снижение выразительности с целью повышения производительности и переход на использование `Virtuoso`. Выбранная архитектура и следование концепции `Test Driven Development` позволят провести изменения ядра с минимальными потерями.

Литература

1. John Hebler, Matthew Fisher, Ryan Blace, Andrew Perez-Lopez. *Semantic Web Programming.*- O'Reilly Media: 2009.- 648 с.
 2. Dean Allemang, James Hendler. *Semantic Web for the Working Ontologist: Effective Modeling in RDFS and OWL.*- Morgan Kaufmann: 2008.- 352 с.
- Christian Bizer, Tom Heath, Tim Berners-Lee. *Linked Data – The Store So Far* [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://tomheath.com/papers/bizer-heath-berners-lee-ijswis-linked-data.pdf>, свободный

ГОРОДСКОЙ СЕМАНТИЧЕСКИЙ ПОРТАЛ

Тузовский А.Ф., Черный А.В.
 ООО «Научно-техническое предприятие «Семантика»
 cherny@tpu.ru

С 2001 года консорциум активно продвигает и пропагандирует концепцию Семантической Сети. В предлагаемом подходе вся информация в Сети имеет некоторые смысловые описания, что значительно упростит поиск нужной информации, ее категоризацию. Но за прошедшие годы Интернет не претерпел значительной эволюции в этом направлении, несмотря на то, что работать с все возрастающими объемами информации год от года становится труднее. В данной статье описан подход по созданию базиса для развития внутригородской семантической сети на основе городского семантического портала.

Назначение портала.

Основные цели создания городского семантического портала – это с одной стороны объединение городских сообществ, описание того, «кто есть кто», с другой стороны – это инструмент для работы с семантической паутиной местного масштаба.

Архитектура.

Основой семантического портала является набор онтологий, каждая из которых направлена на описание узких предметных областей. С целью упростить построение онтологий для разных предметных областей используется набор готовых онтологий, представленных в моделях Linked of Data[1]. Можно выделить 3 типа онтологий. Их типы и взаимосвязи представлены на рисунке 1.



Рис. 1. Схема связи онтологий

Онтология объектов знаний представляет собой набор описаний объектов, которые представляют интерес для портала, например, люди, организации, сообщества, интернет-ресурсы, и т.п.

Онтология, основанная на элементах из LOD, используется для уточнения описаний объектов знаний и представления описывающей информации.

Третья онтология содержит лишь набор конкретных экземпляров понятий, описанных в упомянутых выше онтологиях. Такой подход позволяет разделить уровни понятий и экземпляров, что дает возможность сохранить на каждом уровне большую упорядоченность и повысить комфорт работы с этими онтологиями.

С точки зрения архитектуры семантический портал состоит из следующих модулей (рис. 2).

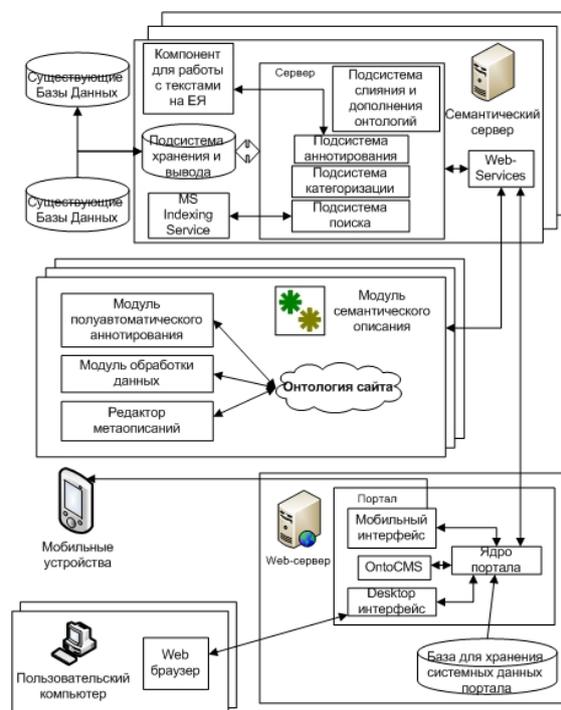


Рис. 2. Архитектура городского портала

Архитектура семантического сервера и Web-сервера аналогична архитектуре этих компонентов в семантической сети организаций [2]. Его основным назначением является вывод и хранение онтологий (A-Vox и T-Vox), обеспечение функционала полуавтоматического аннотирования, полнотекстового поиска и прочие сервисы. Web-сервер отвечает за формирование мобильного и настольного интерфейсов пользователя, и обеспечивает функциональность системы управления содержимым, основанной на семантике.

Особый интерес в рамках статьи представляет модуль семантического описания. Это свободно распространяемый набор компонентов для описания знаний на уже существующих сайтах, которые такого описания не имеют. Задача модуля - разметка существующих страниц в соответствии со стандартами семантической разметки страниц.

Модуль функционирует в соответствии со следующим алгоритмом:

- 1) Тексты существующих страниц отправляются на аннотирование на семантический сервер.
- 2) После аннотирования модератор сайта может с помощью редактора просмотреть и отредактировать полученное семантическое описание.
- 3) Понятия и связи сохраняются в онтологию сайта, что дает возможность разметить подобные тексты в дальнейшем без обращения к семантическому серверу.

- 4) При последующем создании страницы модуль может выделить связи и отношения на основе имеющейся онтологии без привлечения семантического сервера, но за выявлением новых связей необходимо вновь его использовать.

Система имеет гибкие настройки, что позволяет использовать возможности встроеного модуля обработки данных для обработки похожих страниц (содержимого каталога товаров, например).

Таким образом, заинтересованные сайты смогут получить семантическое описание и будут найдены и обработаны поисковым движком семантического портала, и пользователи портала смогут легко узнать о новостях, товарах и услугах этих сайтов.

Построение онтологии.

Отдельно стоит упомянуть механизм дополнения онтологической модели в предлагаемой системе. Онтология не является закрытой и у пользователей есть возможность добавлять в нее свои понятия и отношения.

В целях поддержания целостности и порядка в онтологии, вновь добавленные понятия и отношения добавляются в отдельные графы онтологии и попадают в основную модель знаний только после верификации менеджером по работе со знаниями. Таким образом, любой документ, пользователь или иной объект знания может быть описан наиболее полно.

Использование LOD.

Вся мощная и выразительная модель данных LOD не используется в системе целиком. Развитие системы начинается с использования модели FOAF, которая является частью LOD, Geo-Names и некоторые другие. Остальные онтологии добавляются по мере необходимости.

Возможности семантического портала.

Семантический портал представляет множество новых возможностей для пользователя. Перечислим возможности, доступные в реализуемом в данный момент портале:

- 1) Каждый пользователь, зарегистрированный в системе, может описать себя, причем ввиду гибкости онтологии он может добавить себе нужные свойства, изначально системой не предусмотренные.
- 2) Организация может представить себя на портале подробным семантическим описанием товаров и услуг, ею осуществляемых.
- 3) Каждый пользователь может зарегистрировать проект, идею, событие и т.п. и получить по ней отзывы и предложения. Также он может описать людей, необходимых для реализации этого проекта, и расчетную стоимость каждого этапа. Система автоматически уведомит

требуемых специалистов о возможности поучаствовать в проекте.

- 4) Благодаря модулю семантического описания существующие сайты могут представить содержащуюся в них информацию в более строго описанной форме, после чего у пользователей портала появится возможность их эффективно искать.

Таким образом, пользователь сможет найти всю информацию по интересующей его тематике с учетом расширенных возможностей логического вывода.

Детали реализации.

При выборе хранилища сравнивались 2 системы: связка OWLAPI+Pellet и продукт Virtuoso[3] компании OpenLink Software.

В качестве хранилища было решено выбрать систему Virtuoso. Причиной отказа от использовавшейся связки OWLAPI+Pellet, имеющей намного большую выразительность описываемых моделей, стала её недостаточно высокая производительность для решения поставленных задач. Проблему слабой подсистемы логического вывода Virtuoso планируется решать ежедневным выводом онтологии на более выразительных системах вывода (Fact++, Pellet).

В качестве подсистемы работы с текстами на естественном языке используется продукт компании Russian Context Optimizer – RCO[4]. Для модуля семантического описания используются компоненты компании AOL – RML[5].

Заключение.

Городская внутренняя сеть является хорошим плацдармом для экспериментов в построении Семантической Паутины. В дальнейшем этот опыт может быть распространен во всероссийском масштабе.

В настоящий момент этот проект реализуется в рамках томской городской сети.

Литература

1. Сайт проекта Linked Data [Электронный ресурс]. – 2007. – Режим доступа: <http://linkeddata.org/>
2. Система интеграции информации и знаний с использованием семантических технологий. Известия Томского политехнического университета. – 2009. – Т. 315. – № 5. Управление, вычислительная техника и информатика С.127-132
3. Сайт компании OpenLink Software. [Электронный ресурс]. – 2006. – Режим доступа: <http://virtuoso.openlinksw.com/>
4. Описание компонента RCO Fact Extractor [Электронный ресурс]. – 2007. – Режим доступа: http://rco.ru/product.asp?ob_no=1131
5. Пакет документации к программному продукту RML // [Электронный ресурс]. – 2006. – Режим доступа: <http://www.aot.ru/technology.html>

АЛГОРИТМ АВТОМАТИЧЕСКОГО АННОТИРОВАНИЯ ТЕКСТОВ НА ЕСТЕСТВЕННЫХ ЯЗЫКАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕМАНТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Губин М. Ю., Разин В. В.
Лаборатория СУЗ, ИКЦ ТПУ
gubin.m.u@gmail.com

Для произведения автоматизированного семантического анализа текста на естественном русском языке предлагается использовать преобразование текста в семантическую сеть.

Семантическая сеть содержит все сущности, упоминавшиеся в тексте - наименования предметов и лиц, действий и признаков, связанные различными типами синтактико-семантических связей.

Элементарная сеть представляет результат синтаксического анализа и дополнительных семантических трансформаций дерева синтаксических зависимостей между словами в отдельном предложении.

Важным преимуществом семантических сетей является их изоморфизм относительно структуры предложений в случае, если предложения имеют одинаковый смысл.

Для создания прототипа системы автоматического аннотирования был выбран продукт RCO FX, который на момент создания прототипа создавал наиболее достоверные семантические сети для русского языка.

Программный интерфейс библиотеки RCO FX позволяет получить для каждой сущности текста набор направленных связей, исходящих от нее к другим сущностям.

Направление связи обычно соответствует направлению синтаксического подчинения (для равноправных однородных членов предложения пара одинаковых направленных связей идет в обе стороны).

В данном случае основной проблемой, которую призван решить предлагаемый алгоритм, является процесс преобразования подходящих для этого конструкций естественного языка в RDF-триплеты.

Поиск и последующее преобразование таких конструкций значительно облегчаются встроенным в RCO FX механизмом выделения фреймов из семантической сети текста.

Фреймом в традиционной терминологии искусственного интеллекта называется логическая схема некоторой ситуации.

Фрейм имеет имя, которое идентифицирует класс описываемых им ситуаций, а также

содержит слоты, которые имеют свои имена, идентифицирующие роли участников ситуации.

Для конкретной ситуации, описанной в тексте, часть слотов может быть заполнена именами ее конкретных участников, упомянутых в тексте (к примеру, «покупатель=Иванов, продавец=?, эмитент акций=Лукойл, количество акций=10%, сумма сделки=?, дата=2010»).

Модель фрейма задается множеством семантических шаблонов, каждый из которых описывает множество изоморфных семантических сетей, соответствующих некоторому типовому способу описания ситуации в тексте.

Таким образом, задача непосредственного выделения RDF-триплетов из текста сводится к задаче поиска такого набора фреймов, которые описывали бы все возможные ситуации вида <субъект, предикат, объект>.

При этом следует учитывать, что предикат может быть как явным (представленным, к примеру, глаголом, явно применяемым в тексте – «университет открывает набор»), так и неявным (к примеру, предикат эквивалентности либо предикат вида «is_a», то есть задающий отношение «подкласс-суперкласс», может вообще быть представленным при помощи знака препинания – «Сервер – логический или физический узел сети, обслуживающий запросы к одному адресу и/или доменному имени»).

Предлагаемый для текста общего вида подход заключается в описании минимального количества фреймов, использование которых давало бы достаточную долю извлеченных триплетов.

Для текста общего вида применяются три основных фрейма:

«Существительное-глагол-существительное»

Естественно-языковая интерпретация «классической» формы RDF-триплета – «субъект-предикат-объект». Предикатом в данном случае выступает глагол, представляющий собой текстовую метку некоторого отношения в онтологии. Шаблон является основным в системе. Графическое представление данного фрейма показано на рисунке 1.

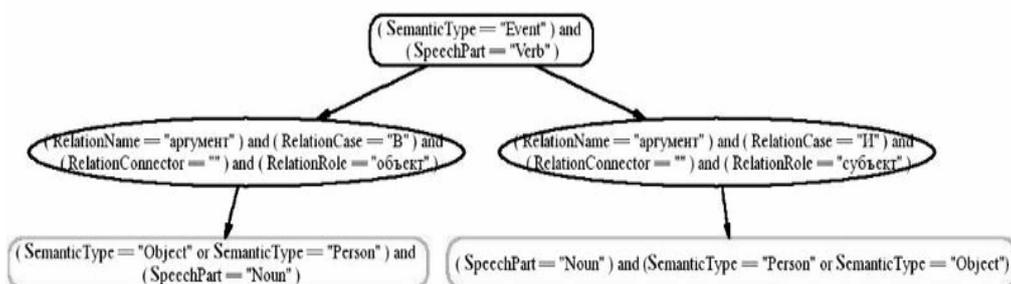


Рис. 1

«Существительное - прилагательное»

Вспомогательный атрибутивный шаблон. Предполагается, что одна сущность является атрибутом другой, охватывает значительную часть литеральных отношений (к примеру, «инвертер стабилен»).

Атрибут при этом чаще всего является экземпляром концепта-перечисления («цвет», «надёжность» ит.д.)

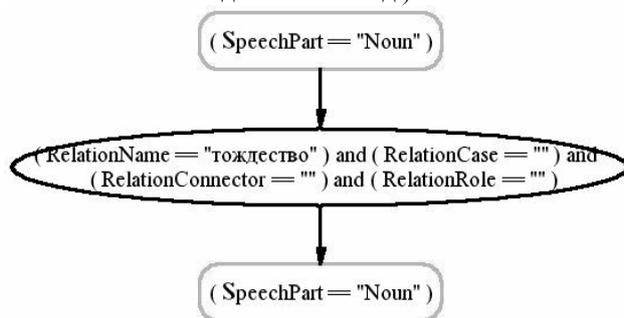


Рис. 2

«Существительное-существительное»

Вспомогательный шаблон, охватывающий отношения эквивалентности либо генерализации. Конструкции вида «сервер – компьютер», «Николаев – директор» подразумевают либо принадлежность некоторого объекта к классу, либо отношение «подкласс-суперкласс».

Полезен в тех случаях, когда основной шаблон, вычлняя значительную часть найденных в тексте отношений эквивалентности (по меткам «быть», «являться», «представлять собой» и т. д.) не может корректно обработать отношение генерализации или эквивалентности, выраженное в тексте через знак препинания.

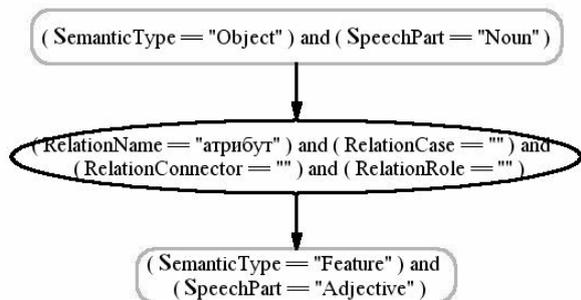


Рис. 3

Эти три шаблона позволяют извлекать порядка 50% содержащейся в тексте информации в виде триплетов.

В случае необходимости повышения доли триплетов, извлекаемых из текста, возможно проведение исследования массива текстов с целью изучения стилистических особенностей текстов, с которыми работает алгоритм в конкретном случае, и адаптация фреймов под данную стилистику.

Алгоритм аннотирования документа с использованием семантической сети

На вход алгоритма поступает исходный текст файла, а также набор текстовых меток. Производится семантический анализ текста. Как уже было упомянуто, этот анализ производится посредством программного пакета RCO FX.

Выходом этого шага является программная структура, содержащая всю требуемую информацию о тексте – слова с номером их начальных символов, смысловые связи между словами, обнаруженные «заготовки» RDF-триплетов (части предложений, соответствующие одному из описанных выше фреймов).

1. Подсчитывается количество вхождений слов в текст. При этом не учитываются так называемые «стоп-слова». Стоп-словами являются предлоги, союзы и частицы. Остальные слова нормализуются и количество вхождений подсчитывается именно для нормы слова.
2. Составляется ранговое распределение слов в документе. Слова с одинаковым количеством вхождений объединяются в классы, которые затем нумеруются в порядке убывания количества вхождений слов-членов класса в тексте, начиная с 1.
3. Производится поиск класса, слова в котором являются значимыми для текста, с наибольшим номером. Все классы, идущие после него, отсеиваются и в дальнейшей работе не участвуют.
4. Выставляется первичное значение «веса» слов в документе. Оно равняется N_{max}/N_i , где N_{max} — количество вхождений слов первого ранга, а N_i — количество вхождений слова t_i .
5. Производятся корректировки значений весов для упорядоченных пар слов, имеющих вхождения в одни и те же триплеты либо предложения.

На выходе алгоритма имеется автоматически сформированная семантическая аннотация документа.

СЛОЖНОСТЬ ФОРМАЛИЗАЦИИ ПРИЗНАКОВ ПРИ РАСПОЗНАВАНИИ ОБРАЗОВ В ЗАДАЧАХ МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

Минина И.Н.

Научный руководитель А.Н.Рапопорт
Вятский государственный университет
MininaIn@yandex.ru

Введение

Распознавание образов включает две задачи: отбор и упорядочивание признаков и собственно классификация. Задача отбора и упорядочивания признаков трудно формализуема. Критерием отбора является степень важности признаков для характеристики образов. Задача классификации – принятие решений о принадлежности образа тому или иному классу на основе анализа вычисленных признаков имеет целый ряд математических решений в рамках различных подходов. [1]

Все их можно разделить на интенциональные методы, основанные на операциях с признаками и экстенциональные, основанные на операциях с объектами.

К интерсональным методам относятся: Методы, основанные на оценках плотностей распределения значений признаков (или сходства и различия объектов); методы, основанные на предположениях о классе решающих функций; логические методы и лингвистические (структурные) методы.

Экстенциональные применяют к задачам с небольшой размерностью по количеству классов и признаков. К ним относят: метод сравнения с прототипом, метод k -ближайших соседей, алгоритмы вычисления оценок, коллективы решающих правил.

Формализация признаков при решении задач в области медицины

При решении практических задач, особенно в области медицины, очень важно правильно формализовать признаки. Задачи медицинской диагностики предусматривают большое количество описательных признаков, которые сводятся к наличию или отсутствию симптома у больного.

В статье [2] рассматривались две задачи:

1) Оценить степень влияния ранних и отсроченных оперативных вмешательств на динамику параметров неврологического статуса у пациентов с повреждениями нижнешейного отдела позвоночника.

2) Определить группы препаратов, использование которых в послеоперационном периоде сопровождается наилучшим восстановлением функций спинного мозга.

В качестве исходных данных были предоставлены сведения о 75 больных по 25 признакам (и контрольная группа из 5 человек), треть признаков содержала ответы да/нет. В такой ситуации необходимо без ущерба для выступаваемой математической модели отделить существенные признаки от несущественных либо

существенно увеличить выборку больных (что часто бывает не возможно). Самый благоприятный вариант, если в процессе общения с экспертом удастся свести набор признаков до требуемого количества. Для данной задачи количество признаков сократилось до 15.

Следующим шагом было установление внутренних зависимостей между переменными и их устранение, путем исключения избыточных параметров.

Так же с согласия эксперта, были объединены некоторые признаки в общий оценочный критерий. Например, признаки «сила в правой ноге» и «сила левой ноге» были объединены как отражающие общее состояние ног большого. В итоге было получено 10 признаков для первой задачи и 7 для второй. Все признаки были представлены в числовой форме.

Для решения первой задачи была построена математическая модель на основе нейросети. В качестве входных параметров были выбраны следующие признаки: пол, чувствительность при поступлении, суммарная сила в правой и левой ноге при поступлении, возраст, процент сохранения размера позвоночного канала, а так же принадлежность одному из классов: операция необходима в первые сутки или возможно отсроченное оперативное вмешательство. В качестве выхода сети предполагаемый прирост суммарной силы в правой и левой ноге.

При подборе структуры сети входы были разделены на качественные (дискретные) и количественные (непрерывные). Благодаря этому точность предсказаний увеличилась на 20%.

Для решения задачи данного вида логичнее всего использовать полносвязный перцептрон, в котором в качестве нелинейного элемента нейрона использовать нелинейный сигмоидный преобразователь $f(A)=A/(c+|A|)$, где A - выход сумматора нейрона, а константа c - параметр крутизны сигмоиды.

Так как мощность обучающего множества не велика (всего 75 примеров), для достижения требуемой точности (<10%) необходимо использовать минимальное число синоптических связей.

Исходя из приведенных критериев получена нейросеть - двухслойный перцептрон 10 нейронов во входном слое, 1 нейрон в выходном слое.

Благодаря построенной модели стало возможно оценить влияние ранних и отсроченных оперативных вмешательств на динамику параметров неврологического статуса (изменение силы в ногах пациента).

Вторая задача аналогична первой, поэтому для нее действуют те же критерии и ограничения. В качестве входных параметров были выбраны следующие признаки: чувствительность при поступлении, суммарная сила в правой и левой ноге при поступлении, возраст, процент сохранения размера позвоночного канала. В качестве выхода сети предполагаемый прирост суммарной силы в правой и левой ноге.

Таким образом, был построен двухслойный персептрон 7 нейронов во входном слое, 1 нейрон в выходном слое.

Не менее интересны в отборе параметров задачи криминалистики. В статье [3] рассматривалась задача определения формы орудия при повреждениях на кости свода черепа. Диагностика осуществляется по топологии и морфологическим особенностям трещин наружной и внутренней компактных пластинок.

Входной информацией служат фотографии наружной и внутренней стороны костей черепа, в которой просверлены отверстия, что позволяет привести в соответствие снимки и выполнить комплексный анализ изображений. Пример изображения приведен на рисунке 1.

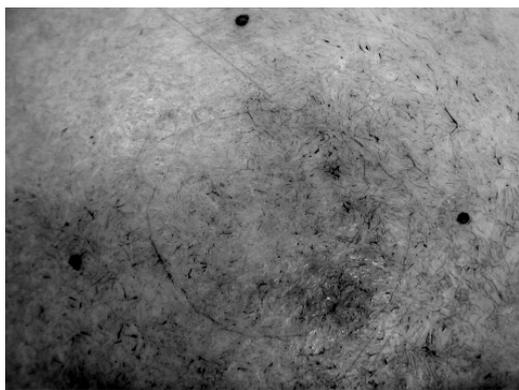


Рис. 1. Наружная поверхность с тремя трещинами, образующими окружность

Чтобы выполнить экспертный анализ требуется выделить контуры трещин с наружной и внутренней стороны и наложить их. Для этого использовались методы фильтрации и улучшения изображений.

Далее в зависимости от того, какой кривой аппроксимируется трещины, и на каком расстоянии друг от друга они расположены можно сделать вывод: орудием, какой формы было нанесено повреждение.

При постановке задачи эксперты рассматривали идеальные условия, при которых контуры можно было описать уравнениями дуги окружности, прямой или пересекающимися прямыми. А взаимное расположение однозначно

определяло форму орудия. Для этой задачи была быстро построена «идеальная» математическая модель и экспертная система.

В реальных условиях форма черепа сферическая и не имеет постоянной толщины по всему черепу, а так же фотоаппарат вносит свои искажения. Поэтому на изображениях контуры имеют разрывы и описываются не окружностями, а эллипсами.

При переходе от «идеальной» математической модели к реальной, пришлось выполнять опытную оценку эллипс (кривая аппроксимирующая контур) с каким отношением радиусов можно отнести к окружности, а с каким нет.

Какие кривые нужно считать частями одной окружности, а какие отдельными контурами, с разным радиусом кривизны.

Чтобы обойти эти проблемы была предпринята попытка распознавать масштабированные с сохранением пропорций контуры с помощью нейросети. Таким образом, сеть в качестве результата определяла, к какому классу образов относится контур, а потом с помощью методов аппроксимации высчитывались параметры контура. И на их основе проводился экспертный вывод.

Заключение

При решении и задач в области медицины и криминалистики необходимы:

1. Активный диалог с экспертом в предметной области на всех этапах решения задачи.
2. Формализация и грамотных отбор признаков.
3. Если входная информация представлена в виде изображений, необходима предварительная качественная обработка изображений.
4. Опытный подбор параметров, для перехода к реальной математической модели.

Литература:

1. Методы компьютерной обработки изображений / под ред. В.А. Сойфера – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 784с.
2. И.Н.Минина Выбор метода лечения пострадавших с осложненной травмой нижнейшейного отдела позвоночника с использованием нейросетей // Всероссийская научно-техническая конференция «Наука-производство-технология-экология» / ВятГУ. - г.Киров : Изд-во ВятГУ, 2009г.
3. И.Н.Минина Разработка методов и программ для решения одной задачи криминалистики // Нейроинформатика, ее приложения и анализ данных: Материалы XV Всероссийского семинара, 5-7 октября 2007, Под ред. А.Н. Торбаня, Е.М. Миркеса. ИВМ СО РАН, - Красноярск, 2007, С.92-94

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

Данилюк В.А., Молнина Е.В.

Юргинский технологический институт Томского политехнического университета
mure2006@yandex.ru

Научный прогресс на современном этапе характеризуется интенсивным накоплением знаний и сверх стремительным увеличением объема информации. В этих условиях всё большее значение приобретает поиск новых методов увеличения эффективности процесса обучения. Один из наиболее перспективных путей — это использование автоматизированных обучающих систем. Они базируются на современной компьютерной технике и составляют основу компьютерных технологий обучения. На данный момент создано и функционирует большое количество автоматизированных обучающих систем по различным дисциплинам. Особенно остро эта проблема проявляется при попытке организовать автоматизированное тестирование знаний по дисциплинам, характеризующимся высокой диалектичностью (в частности, по предметам гуманитарного, социально-экономического и общественно-политического Циклов). Создать же систему, в которую будет заложена предвзятая оценка каждого из возможных ответов или хотя бы их части представляется бесперспективной. Наиболее целесообразными на сегодня можно считать процедуры коллективной экспертной оценки степени правдоподобия ответов, однако и они при использовании категорий «правильно - неправильно» зачастую оказываются неэффективными.

Поэтому наиболее эффективным решением проблемы оценки знаний студентов (особенно по предметам гуманитарного направления) является комплексный подход, к решению данного вопроса. Возможным решением данной проблемы является комплексная система оценки знаний студентов, которая должна состоять как минимум из четырех основных модулей (в дальнейшем число компонентов по мере надобности и сложности решаемой задачи может быть увеличено):

- модуль регистрации и инициализации, обеспечивающий подготовку к работе основных модулей;
- информационную базу, содержащую материалы предметной области и хранящую результаты контроля;
- обрабатывающие модули, позволяющие осуществлять диалог с пользователем, анализировать результаты ответов и заносить их в информационную базу;
- модуль выдачи результатов опроса.

Система проверки рефератов и других текстовых работ.

Если раньше оценка таких работ производилась по заранее созданным шаблонам или набору ключевых слов, что не давало субъективной оценки, ведь студент, найдя шаблон или просто

используя в своей работе ключевые слова, мог рассчитывать на хорошую оценку. Мы же для решения этой задачи предлагаем качественно новый подход. Вот основные шаги этого подхода: оценивается объем работы, проверяется целостность текста и его смысловая обобщенность (для исключения простой вставки в текст ключевых слов), оценивается, полностью ли раскрыта заданная тема.

Предлагается также составление семантической сети текста, для того чтобы не просматривать всю работу целиком, а остановиться лишь на ее основных и самых главных моментах. Семантическая сеть — информационная модель предметной области, имеющая вид ориентированного графа, вершины которого соответствуют объектам предметной области, а дуги (рёбра) задают отношения между ними. Объектами могут быть понятия, события, свойства, процессы. Таким образом, семантическая сеть является одним из способов представления знаний. В названии соединены термины из двух наук: семантика в языкознании изучает смысл единиц языка, а сеть в математике представляет собой разновидность графа — набора вершин, соединённых дугами (рёбрами). В семантической сети роль вершин выполняют понятия базы знаний, а дуги (причем направленные) задают отношения между ними. Таким образом, семантическая сеть отражает семантику предметной области в виде понятий и отношений. В семантическую сеть включены не все слова текста, а лишь наиболее значимые, несущие основную смысловую нагрузку. Идея систематизации на основе каких-либо семантических отношений предлагалась ещё учёными ранней науки. Примером этого может служить биологическая классификация Карла Линнея 1735 г. Если рассматривать её как семантическую сеть, то в данной классификации используется отношение подмножества, современное АКО.

Прародителями современных семантических сетей можно считать экзистенциальные графы, предложенные Чарльзом Пирсом в 1909 г. Они использовались для представления логических высказываний в виде особых диаграмм. Пирс назвал этот способ «логикой будущего». Важным направлением в исследовании сетей стали работы немецкого психолога Отто Зельца 1913 и 1922 гг. В них для организации структур понятий и ассоциаций, а также изучения методов наследования свойств он использовал графы и семантические отношения. Исследователи Дж. Андерсон (1973), Д. Норман (1975) и другие использовали эти работы для моделирования

человеческой памяти и интеллектуальных свойств.

Компьютерные семантические сети были детально разработаны Ричардом Риченсом в 1956 году в рамках проекта Кембриджского центра изучения языка по машинному переводу. Процесс машинного перевода подразделяется на 2 части: перевод исходного текста в промежуточную форму представления, а затем эта промежуточная форма транслируется на нужный язык. Такой промежуточной формой как раз и были семантические сети. В 1961 г. появилась работа Мастермана, в которой он, в частности, определял базовый словарь для 15000 понятий. Эти исследования были продолжены Робертом Симмонсом (1966), Уилксом (1972) и другими учёными. Большой интерес представляет работа Куиллиана (1967 г.).

Можно так же включить возможность реферирования текста. То есть если допустим, у нас имеется студенческая работа объемом 30 страниц, реферирование позволяет сократить ее до 1 – 2 страниц, и, прочитав эти две страницы, мы будем иметь общее представление о работе. Также необходимо включить проверку работы на плагиат, что в настоящий момент является особенно актуальным. Плагиат — умышленное присвоение авторства чужого произведения науки или мысли или искусства или изобретения. Плагиат может быть нарушением авторско-правового законодательства и патентного законодательства и в качестве таковых может повлечь за собой юридическую ответственность. С другой стороны, плагиат возможен и в областях, на которые не распространяется действие каких-либо видов интеллектуальной собственности, например, в математике и других фундаментальных научных дисциплинах.

Наиболее часто плагиат выражается в публикации под своим именем чужого произведения или чужих идей, а также в заимствовании фрагментов чужих произведений без указания источника заимствования. Обязательным признаком плагиата является присвоение авторства. Неправомерное использование, опубликование, копирование и т. п. произведения, охраняемого авторским правом, само по себе плагиатом не является, если при таком использовании, несмотря на его неправомерность, указывается действительный автор произведения. Ведь в настоящее время любую работу можно очень легко найти в сети Интернет или загрузить с диска с обширными базами уже готовых работ. Студенты, не задумываясь, скачивают данные работы и выдают их как свои. Можно включить проверку на плагиат по двум параметрам:

1. Проверка с помощью сети Интернет. Поиск в Интернете работы полностью или ее части, с указанием ссылок на оригинальные работы;

2. Проверка в собственной базе. По мере проверки студенческих работ все они заносятся в базу данных, и если будет обнаружено совпадения с ранее представленными работами, то выводится соответствующее сообщение.

Хочется напомнить, что объективный контроль знаний в первую очередь нужен самому учащемуся: зная, чего он, ученик или студент не знает, он может восполнить имеющиеся пробелы в своем образовании, ибо без этого невозможно ему учиться дальше. По существу, компьютерный контроль знаний у нас в стране берется на службу бюрократизированной частью системы образования: как хорошо подстричь всех под одну гребенку, а «если, что не так – не наше дело», компьютер виноват. Проверка различных систем компьютерного тестирования для круга предметов естественнонаучного и гуманитарного профиля. Параллельно с компьютерным контролем знаний студентов использовались традиционные методы контроля: письменные контрольные, собеседование, зачеты, экзамены, разнообразные творческие работы, в том числе с использованием компьютерных технологий. Анализ полученных результатов позволяет утверждать, что средние и слабые студенты на компьютере часто получали завышенные оценки, а знающие и творчески думающие студенты — заниженные. В порядке эксперимента тестированию подверглись и преподаватели: профессора, доценты, старшие преподаватели. Тестирование преподавателей-предметников сопровождал инженер или преподаватель, хорошо владеющий компьютером. Результат ошеломляющий: по большинству тестов обоснованная критика, причем, чем выше уровень преподавателя, тем больше обоснованных нареканий к тестам, как способу объективной оценки знаний студентов по предмету.

В ряде тестов, несмотря на утверждения фирм-разработчиков систем компьютерного тестирования о том, что к подготовке вопросов и ответов в тестах были привлечены «ведущие ученые и преподаватели страны», правильные ответы были неправильными, либо вообще отсутствовали. И речь здесь не идет о запрете компьютерного контроля знаний студентов. Такой контроль хорош в качестве текущего формального контроля усвоения знаний с обязательной интеллектуальной оценкой преподавателем адекватности результатов контроля. Что же касается компьютерных систем контроля, то над ними надо работать, только в этом случае можно ожидать в этой сфере значимого прогресса.

КОЛЛЕКТИВНОЕ РЕДАКТИРОВАНИЕ ОНТОЛОГИЙ

Заикин И. А., Тузовский А. Ф.
Томский политехнический университет
i@tpu.ru

Введение

Современные информационные системы включают большие объемы информации, для работы с которой начинают активно использоваться онтологические базы знаний, которые позволяют выполнять интеграцию, категоризацию и поиск в этой информации. Основным элементом таких систем являются онтологические модели. Онтологии используются для представления знаний о некоторой области знаний и описывают ее основные понятия, а также отношения между ними. Для работы с онтологиями разрабатываются специальные языки, наиболее современным из которых является язык OWL консорциума W3C. Язык OWL делает возможным описание понятий и имеет большой набор операторов, таких как пересечение, объединение, отрицание, за счёт которых простые понятия могут образовывать более сложные. Логическая модель позволяет использовать машину логического вывода, которая может проверить, все ли утверждения в онтологии взаимно согласованы, а также определить, какие понятия каким определениям соответствуют.

По мере того, как онтологии растут в размере, поддерживать их в одиночку становится всё труднее и труднее. Несколько инженеров по разработке онтологий, работая в команде, могут создать более сложную онтологию, чем один человек. Однако чем сложнее становится онтология, тем заметнее проявляется проблема нежелательных совпадений (конфликтов).

Виды конфликтов

При коллективном редактировании онтологии могут случаться как желательные, так и нежелательные совпадения. Примером желательного совпадения может быть неожиданное обнаружение нового суперкласса. Примерами нежелательных совпадений являются висячие ссылки и внутренняя противоречивость онтологии. Природа таких совпадений сильно зависит от интерпретации специалиста, поэтому было бы слишком сложно создавать алгоритм, автоматически определяющий нежелательные совпадения.

Рассмотрим пример желательного совпадения. Один пользователь определяет сотрудника как человека, работающего в некотором отделе. Другой пользователь утверждает, что бухгалтер это человек, работающий в бухгалтерии. Бухгалтерия – это подкласс отдела. Таким образом, система логического вывода может сделать заключение, что бухгалтер – это подкласс сотрудника.

Большинство организаций при коллективном редактировании онтологий использует следующий подход. Пользователь изменяет онтологию, используя свой редактор онтологии, и посылает локально изменённую онтологию другим пользователям (например, электронной почтой или через файловый сервер). Эти пользователи могут добавлять изменения в онтологию или проверять текущие изменения. Согласно исследованию, приведённому в [1], большинство организаций придерживаются такого подхода из-за отсутствия удовлетворительной поддержки многопользовательского редактирования онтологий существующим программным обеспечением.

Режимы коллективного редактирования

Многопользовательское редактирование может быть разделено на два базовых режима редактирования: асинхронное и синхронное.

При асинхронном редактировании несколько редакторов работают над персональными копиями базы знаний. Изменения вступают в силу с того момента, как редакторы отправляют эти изменения в центральный депозиторий.

В асинхронной среде отдельные части онтологии, содержащие потенциально опасные изменения, могут разрабатываться независимо, проверяться на безопасность, и затем интегрироваться.

Синхронное редактирование предполагает, что несколько человек работают одновременно над одной общей базой знаний. Изменения вступают в силу немедленно. Однако при синхронном редактировании все участники должны быть постоянно подключены к одному и тому же депозитарию. Редактирование, например, на поезде или в самолёте, невозможно. Это не позволяет редакторам работать в «песочнице», тестируя потенциально опасные последовательности изменений.

В синхронной среде нежелательное изменение может стать разрушительным и сделать базу знаний невозможной к использованию для всех подключённых пользователей и редакторов. Если целостность базы знаний является критичной, то синхронная среда является опасной [1].

Эти недостатки можно смягчить, используя механизм версий, описанный в [2]. При возникновении нежелательного изменения возможен откат к предыдущей версии базы знаний.

Редактор

Для редактирования онтологий был разработан интерактивный командный интерпретатор,

описанный в [3]. Схема использования такого редактора в распределённой системе приведена на рисунке 1.

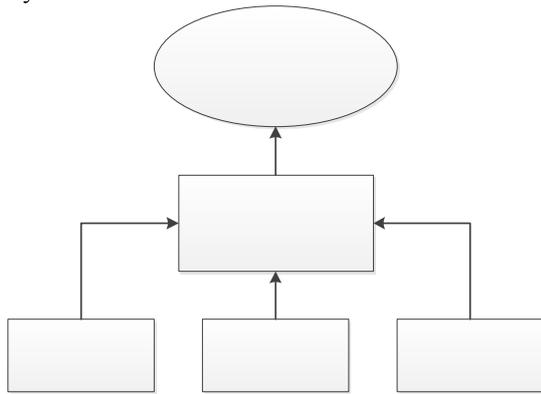


Рис. 1 – Схема использования командного интерпретатора для коллективного редактирования онтологии

Каждый редактор использует терминал для подключения к единому обработчику команд, который связан с базой знаний. Для редактирования онтологии редактор должен быть подключён к обработчику команд. Это соответствует синхронному режиму редактирования.

Каждый редактор видит команды других редакторов, а также результаты их выполнения, что позволяет снизить количество нежелательных изменений.

История изменений

Обработчик команд сохраняет информацию об источнике и времени каждого изменения, которая может быть использована при ручном разрешении конфликтов. Каждый редактор при подключении к обработчику команд получает историю изменений онтологии с момента последнего отключения. Для формализации изменений онтологии используется подход, описанный в [2]. Онтология представляет собой набор аксиом. В стандарте OWL2 [4] определено 6 различных типов аксиом, как показано на рисунке 2.

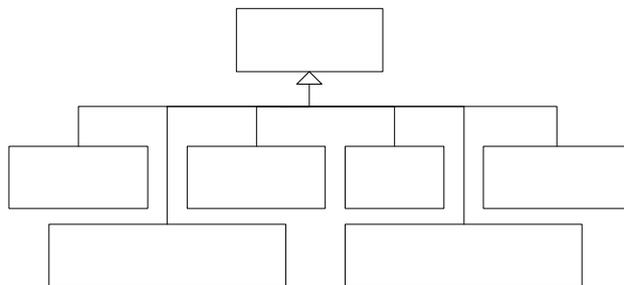


Рис. 1. Аксиомы OWL2

Аксиомы могут быть проаннотированы, то есть иметь связанную текстовую строку.

Сущности являются основными строительными блоками онтологий. В OWL2 есть 5 типов сущностей: типы данных, классы, индивидуумы (экземпляры классов), объектные свойства и свойства данных.

Объектное свойство соединяет индивидуум с другим индивидуумом, а свойство данных – со значением, принадлежащим к некоторому типу данных. Как и аксиомы, сущности могут иметь аннотации. В OWL2 аннотации определяются как аксиомы.

Наконец, OWL2 предоставляет формальный язык для построения описаний. Описание – это абстрактный суперкласс для всех конструкций, определяющих классы. Данный язык включает в себя такие операции, как объединение, пересечение, дополнение, ограничения мощности отношений, ограничения на значения свойств. Полный перечень операций приведён в [4].

Заключение

Важнейшая проблема нежелательных совпадений при редактировании онтологических баз знаний, а также основные режимы многопользовательского их редактирования. Показана возможность использования редактора онтологий в виде интерактивного командного интерпретатора для работы в многопользовательской среде. Такой подход позволяет смягчить нежелательные конфликты при синхронном редактировании онтологий.

Терминал Терминал Терминал Литература

Seidenberg Julian Malik. Asynchronous multi-user editing of semantic web ontologies. // A thesis submitted to the University of Manchester for the degree of Doctor of Philosophy in the Faculty of Engineering and Physical sciences, 2008.

Palma de Leon Raul Antonio. Ontology Metadata Management in Distributed Environments. PhD Thesis, 2009.

Заикин И. А. Разработка интерактивного командного интерпретатора для взаимодействия с онтологическими базами знаний. Современные техника и технологии: Труды XV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых - Томск. - 4-8 мая 2009. - Томск: ТПУ. - 2009 - Т. 2. - с. 208-209.

OWL 2 Web Ontology Language. Structural Specification and Functional-Style Syntax. Boris Motik, Peter F. Patel-Schneider, Bijan Parsia.

[Electronic resource] 2008. Mode of access: <http://www.w3.org/2007/OWL/wiki/Syntax>.

БЫСТРАЯ РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПОВ WEB-САЙТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ SCETCHFLOW КОМПАНИИ MICROSOFT

Кашлаков И.А.

Научный руководитель: Тузовский А.Ф., д.т.н., профессор.
Томский политехнический университет

Как известно разработка любого приложения состоит из нескольких этапов. Одним из наиболее важных этапов является проектирование внешнего вида приложения. Это достаточно длительный и трудоемкий этап, как для дизайнера, так и для разработчиков.

Дизайнер, выполняя зарисовки внешнего вида приложения, не учитывает возможности и пожелания разработчиков. Такое недопонимание между разработчиками и дизайнерами приводят к потере времени.

Благодаря последним технологиям, разработанным компанией Microsoft, подобного рода стали решаемы, и имя этому решению SketchFlow.

Обзор технологии SketchFlow

Основными преимуществами данной технологии являются [1]:

Быстрое создание «зарисовки» интерфейса программы.

Возможность совместной работы разработчиков и дизайнеров.

Быстрое генерирование технических отчетов о проделанной работе.

Удобная система презентации интерфейса.

Технология SketchFlow базируется на инструменте для дизайнеров Microsoft Expression Blend, входящего в состав Microsoft Expression Studio.

Microsoft Expression Blend может работать с такими видами проектов, как Silverlight и Windows Presentation Foundation (WPF).

Прототип является Silverlight приложением, которое графически показывает логику работы разрабатываемого сайта. Silverlight это новая технология компании Microsoft в области Web программирования для разработки мультимедийных компонент, которые могут использоваться в Web – приложениях.

Для создания SketchFlow прототипа сайта в виде Silverlight приложения в среде разработки Microsoft Expression Blend используется специальный тип проектов: Silverlight 3 SketchFlow Application [2].

Очень важным элементом в создаваемом прототипе является карта сайта (Map), динамически создаваемая по мере добавления новых страниц (рис. 1).

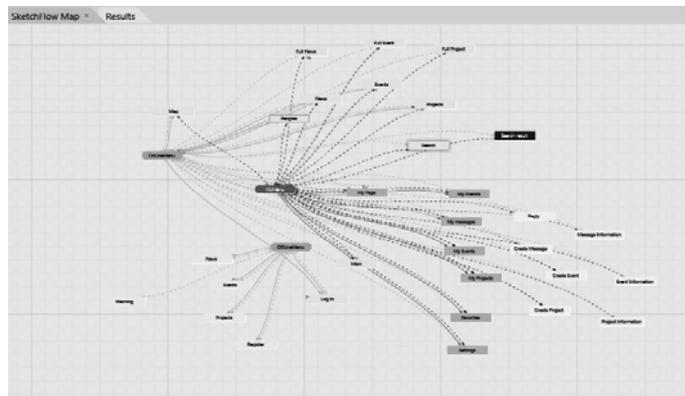


Рис. 1. Карта связей между страницами сайта

С помощью такой карты также можно создавать прототипы web-страниц и задавать между ними связи. Все элементы на карте можно помечать разными цветами, для более легкой ориентации в прототипируемом приложении.

Дизайнер сайта с помощью SketchFlow может описать интерфейс создаваемого сайта (встраиваемые элементы анимации, навигация между страницами, события при нажатии на различные элементы управления), что очень важно для оценки разрабатываемого сайта заказчиком.

Для просмотра созданного прототипа web-сайта, существует специальный компонент (плеер), который позволяет показать работу создаваемого сайта (рис. 2).

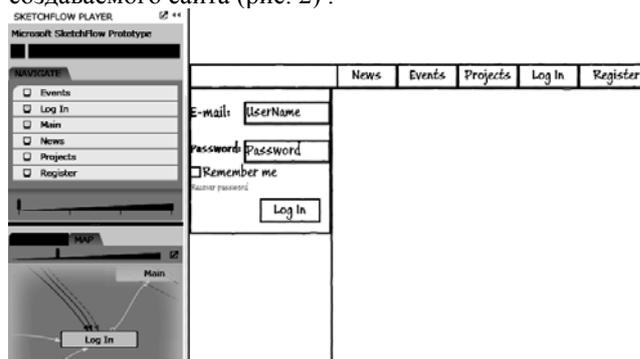


Рис. 2. Плеер прототипа сайта

Основную часть плеера занимает прототип рассматриваемой web-страницы. Данный прототип страницы включает интерфейс пользователя, заложенный при разработке.

Верхняя часть боковой панели позволяет выполнять переходы между различными страницами сайта.

Нижнюю часть боковой панели занимает карта web-сайта (рис.2). С помощью данной карты можно так же выполнять переходы по страницам сайта (при выборе графического элемента, соответствующего данной странице), что позволяет наглядно показать заказчику внутреннюю структуру web-сайта.

Плеер также позволяет заказчикам оставлять свои комментарии об элементах созданного прототипа (функция FeedBack), что очень удобно, в ситуациях, когда прототип рассматривается удаленно от дизайнера.

В технологию SketchFlow включена возможность генерации технических отчетов по web-сайту, отражающих текущее состояние создаваемого прототипа (рис. 3). Эти отчеты предназначены для разработчиков, а не для его заказчиков.

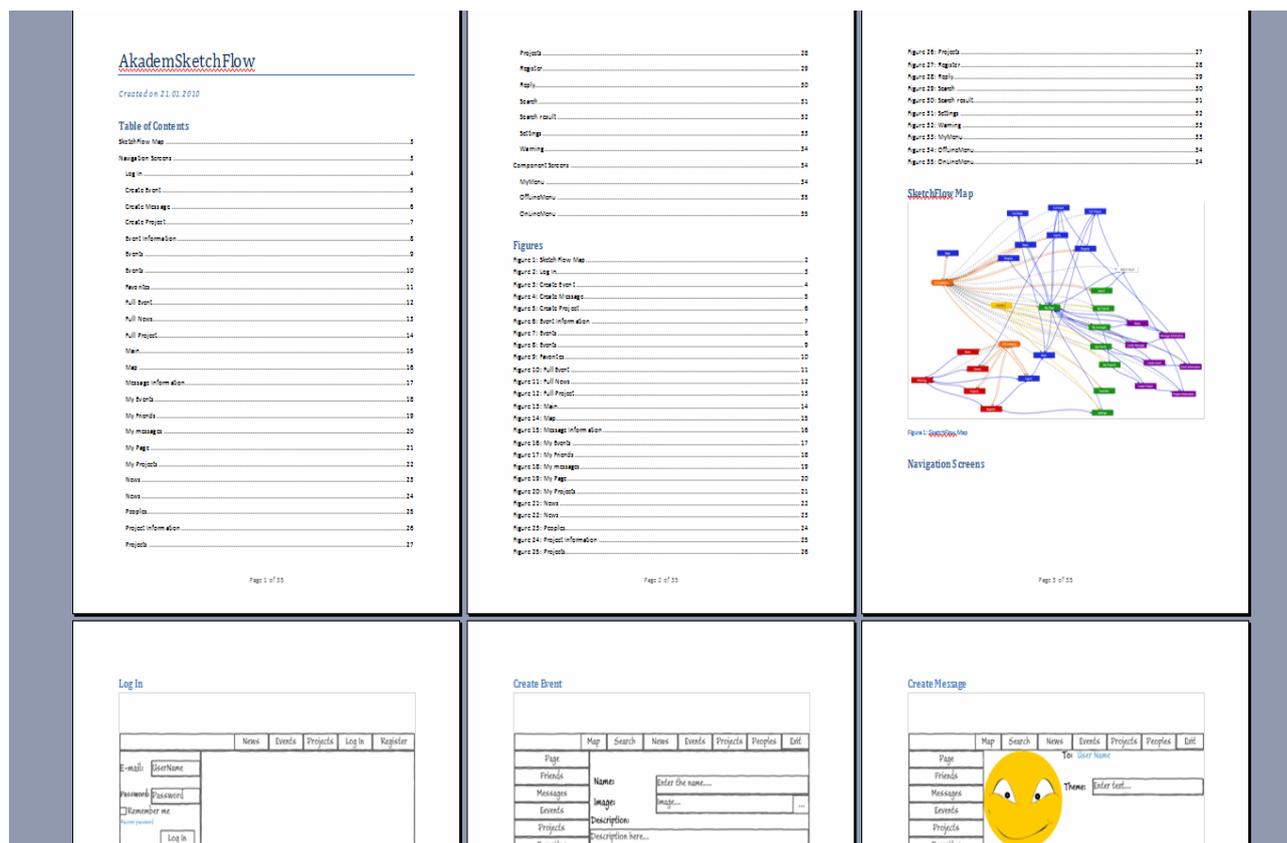


Рис. 3. Отчеты о ходе разработке прототипа

SketchFlow позволяет разрабатывать прототипы не только для Web приложений, но может использоваться для проектирования графического интерфейса Windows приложениях, таких как Windows Presentation Foundation. Windows Presentation Foundation известно всем под сокращенным название WPF. WPF является новой технологией, которая является заменой устаревшей технологической среды

пользовательского интерфейса созданного еще при Windows 95.

Он основан на XML и векторной графике. представляет из себя высокоуровневый объектно-ориентированный функциональный слой позволяющий создавать 2D- и 3D-интерфейсы.

Литература

1. Gaudioso V. Foundation Expression Blend 3 with Silverlight. - London:Apress, 2009 - 351p

ЯЗЫК ОПИСАНИЯ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ПО МАТЕМАТИКЕ

Меев А.Н., Положий А.Ю., Кацуба В.С.
 Мурманский государственный технический университет,
 AlexeyMeev@yandex.ru

Цель разработки

Современные информационные технологии проникают во все сферы жизни человека, не является исключением и учебный процесс. Технологии активно развиваются и, что очевидно, появляются проблемы, решение которых актуально на данный момент.

Так, например, одним из недостатков систем тестирования является их узкая специализация. Зачастую при разработке основное внимание уделяется интерфейсу ПС и организации самого процесса проверки знаний, аспект конструирования тестовых заданий считается второстепенным [1]. Среди наиболее значимых проблем организации систем тестирования можно выделить следующие:

- *Сложность ведения базы знаний*: основная часть тестирующих систем требует методической разработки большого количества заданий, вводимых вручную в тестовую базу.

Одним из основных направлений автоматизации является использование автогенерации тестовых заданий. Так в работах [2] и [3] для этих целей использовались программные библиотеки, называемые *генераторами*.

Генераторы позволяют получить большое количество заданий определенного вида. Управление процессом генерации осуществляется с помощью параметров. Однако в большинстве случаев автогенерацию не используют.

- *Отсутствие доступа к коду генерации*: несмотря на то, что параметры генераторов позволяют влиять на результат генерации, часто требуется расширение функциональности тестирующей системы (добавление новых типов заданий или же редактирование существующих), при использовании программных библиотек такая возможность отсутствует.

- *Рутинность модификации кода генерации*: ядро программной системы должно позволять минимизировать объем работы, не связанный непосредственно с изменением функциональности генератора. Например, управление параметрами, повторное использование кода, общий вид задания и т.д.

Авторы данной статьи предлагают решить указанные проблемы посредством создания специализированного языка описания тестовых заданий.

Язык описания

Специализированный язык позволит изменять генерируемые задания и в то же время будет удобен для пользователя без специальной подготовки. Таким образом, ядро тестирующей системы будет основано не на работе с

программными библиотеками, а на обработке базы знаний.

База знаний состоит из описаний объектов генерации. Объектом генерации может быть любой элемент предметной области. Например, квадратный трехчлен, производная и т.д. (в данной работе рассматривается язык описания заданий по математике).

Описание состоит из набора фактов (утверждений) об объекте генерации. Утверждения имеют форму равенства, импликации или равнозначности.

Факты группируются по типам задач – т.е. описание одного задания может состоять из последовательности утверждений, используемых в вычислении.

Существует несколько различных типов задач: решение уравнения, решение неравенства, вычисление величины по формуле и т.д. Для уменьшения количества кода имеется возможность определения общих свойств.

Если в качестве объекта рассмотреть квадратный трехчлен, то фактами могут быть формулы для корней квадратного уравнения $f(x) = 0$, формулы для абсциссы вершины параболы $y=f(x)$ и т.д.:

Объект генерации:

$$f(x) = ax^2 + bx + c - \text{"квадратный трехчлен"}$$

Свойства:

$$1. D = b^2 - 4ac - \text{"дискриминант"}$$

Факты:

$$1. f(x) = 0 \Leftrightarrow \begin{cases} x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a}, \text{ если } D > 0 \\ x_1 = x_2 = \frac{-b}{2a}, \text{ если } D = 0 \\ x \in \emptyset \text{ на множестве } R, \text{ если } D < 0 \end{cases}$$

$$2. x_0 = -\frac{b}{2a} - \text{"абсцисса вершины параболы"}$$

Синтаксис языка будет максимально близким к синтаксису математических выражений. Это уменьшит порог вхождения для новых пользователей. Кода на специализированном языке описания достаточно для генерации, при этом факты соответствуют алгоритму вычисления или решения (в зависимости от типа задания) реального объекта предметной области.

Как показывает практика помимо функциональных особенностей, генерируемое

задание должно обладать определенными характеристиками параметров.

К таким характеристикам можно отнести целые значения используемых коэффициентов и корней уравнения, их количество и т.д.

Для этих целей используются описание параметров объекта. С их помощью указывается тип параметров (целое, дробное и т.д.), границы значений, а для определения алгоритма вычисления и условий синтеза коэффициентов – формулы генерации параметров (в качестве объекта генерации также рассматривается квадратный трехчлен):

1. $a(x - x_1)(x - x_2)$ – формула генерации многочлена, позволяющая сохранить целочисленность корней

2. $b^2 - 4ac < 0$ – условие несуществования действительных корней

Язык позволяет описать только объекты генерации и не содержит никакой информации о представлении данных пользователю. Это упрощает структуру языка и делает его более понятным.

Для оформления генерируемых заданий используются шаблоны. Так как задачи одного типа в общем случае не различаются (с точки зрения оформления), шаблоны также типизированы (рисунок 1.):

«Найдите решение квадратного (дифференциального) уравнения: $x^2 + 2x + 1 = 0$ ($y' = x^2$)»

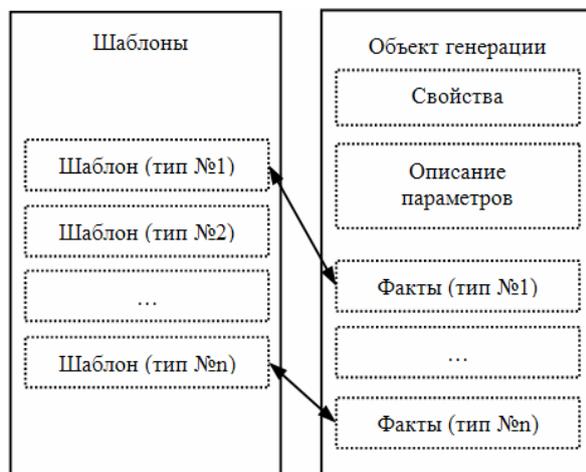


Рис. 1 Схема взаимодействия языков

Использование шаблонов позволит уменьшить затраты на визуальное оформление заданий – достаточно указать его тип.

При этом не исключена возможность конкретизации представления по необходимости.

Для наполнения и ведения базы знаний предполагается разработать редактор специализированного языка.

С помощью него же пользователи смогут изменять и шаблоны представления заданий, таким образом, фактическое разделение описания и представления не вызовет затруднений.

Интеллектуализация автогенерации

Появление языка описания позволяет расширить возможности автогенерации. Так факты предметной области можно использовать не только для генерации определенного задания, но и организовать интеллектуализацию генерации тестовых заданий.

Под интеллектуализацией генерации понимается способность системы на основании утверждений о предметной области выделять отношения между параметрами и использовать эти отношения для генерации новых заданий.

Рассмотрим пример. Пусть объектом генерации будет квадратный трехчлен:

$$f(x) = ax^2 + bx + c$$

Тогда, используя только код решения уравнения, можно автоматически получить новое задание (одно из множества):

«При каких значениях p квадратное уравнение $2x^2 + px - 1 = 0$ имеет два различных действительных корня?»

Стоит отметить, что для составления стилистически правильных и понятных заданий потребуется ввод текстовой информации – определений (например, «квадратное уравнение», «действительные корни» и т.д.).

Использование интеллектуализации позволит многократно упростить процесс составления тестовых заданий – как за счет автоматизации на основе уже существующего кода, так и путем синтеза новых нестандартных заданий.

Литература

- Сергушичева А.П. Метод и алгоритмы автоматизированного построения компьютерных тестов контроля знаний по техническим дисциплинам: автореф. дис. ... канд. техн. наук / ВГТУ. – СПб.: СПИИРАН, 2007. 18 с.
- Меев А.Н., Белов А.В. Программная система тестирования знаний по теме «Пределы функции одной переменной» // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов VI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Томск, 26 – 28 февраля 2008г.) – С. 315-317.
- Меев А.Н., Гайнанова Р.И., Возженников А.П. Средства компьютерной поддержки учебного процесса на основе автогенерации тестовых заданий // Технологии Microsoft в теории и практике программирования:
- Материалы межвузовского конкурса-конференции студентов, аспирантов и молодых ученых Северо-Запада (Санкт-Петербург, 17-18 марта 2009г.) – С. 105-106.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ РЕАЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОННЫХ СДЕЛОК ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ПОРТАЛА КАЗАХСТАНСКОГО СОДЕРЖАНИЯ

Шкарпетин А.В., Целищев А.А., Балова Т.Г.

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д.Серикбаева
ashkarpetin@gmail.com

Введение

Одним из направлений повышения казахстанского содержания в товарах, работах и услугах, совершаемых государственными органами, национальными компаниями и предприятиями-недропользователями является создание электронной информационной среды и электронной торговой площадки, обеспечивающей экономически эффективную систему закупок; определенные стандарты прозрачности сделок и открытой, честной конкуренции; правовые нормы дистанционного оформления и совершения коммерческих сделок с применением информационно-коммуникационных средств и технологий. Решение поставленной задачи обеспечивается:

- разработкой структурно-функциональной модели организации электронных сделок, схемы взаимодействия субъектов электронных процедур;
- созданием методики организации обмена электронными документами (сообщениями) при оформлении и совершении электронных сделок, методов и средств защиты содержания электронных документов (сообщений);
- разработкой информационной технологии интеграции корпоративных информационных систем класса ERP, информационного веб-портала казахстанского содержания и электронной торговой площадки, реализованной на основе сервисно-ориентированной архитектуры;
- проектированием базы данных, в которой регистрируются и хранятся сформированные или полученные электронные документы, сообщения или иные записи, документирующие электронные операции и/или действия субъектов электронных процедур;

- разработкой электронной торговой площадки информационного веб-портала, обеспечивающей организацию и проведение закупок и позволяющей зарегистрированным участникам дистанционно осуществлять электронные операции по сделкам.

Сделка - это обмен договором, закрепленным двумя электронно-цифровыми подписями со стороны организатора и победителя торговой процедуры. Сделка заканчивается подтверждением обеих сторон того, что все услуги (товары) оказаны (доставлены).

Разработанная дата-логическая модель комплекса объединяет основные сущности: Пользователь, Организация, Государственный Классификатор товаров, продукции и услуг, Каталог предложений (каталог товаров, продукции, услуг), Заявка, Согласование, Сделка.

Электронная торговая площадка является средством взаимодействия участников торговых процедур и обеспечивает реализацию функциональных и аналитических задач. Схема взаимодействия участников электронной площадки представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Схема взаимодействия участников электронной площадки

Аналитические функции площадки

В соответствии с Единой методикой [1] расчет казахстанского содержания ($KСm$) в договоре на поставку товаров, производится по формуле:

$$KСm = 100\% \times \left(\sum_{i=1}^n C m_i \times K_i \right) / S, \quad (1)$$

где: n - общее количество товаров, закупленных поставщиком в целях исполнения договора о закупках как напрямую, так и посредством заключения договоров субподряда; i - порядковый номер товара; $C m_i$ - стоимость приобретаемого подрядчиком или субподрядчиком i -ого товара у товаропроизводителя; $K_i = 1$, если товар i приобретается у отечественного товаропроизводителя и $K_i = 0$ в иных случаях; S - общая стоимость договора о закупке товаров.

Доля казахстанского содержания (КС) в договоре на поставку работ (услуг) в закупках Заказчика за отчетный период рассчитывается по формуле:

$$KС = \left(\sum_{i=1}^n K c_i \times C d_i \right) / S, \quad (2)$$

где: n - общее количество договоров, заключенных с поставщиками товаров, работ и услуг; $C d_i$ - стоимость заключенного с поставщиком товаров, работ и услуг i -го договора о закупках; $K c_i$ - казахстанское содержание поставщика товаров, работ и услуг по i -му

договору о закупках; S - общая стоимость товаров, работ и услуг, закупленных Заказчиком за отчетный период.

На практике не всегда четко можно отнести товары или услуги к казахстанскому содержанию из-за неопределенности в их структуризации и детальной классификации. Лицу, принимающему решения и заинтересованному в повышении доли, необходимо предоставить научно обоснованную методику расчета, которая базировалась бы на математических методах решения слабоструктурированных задач.

Доля казахстанского содержания K_C , вычисленная по формуле (2), формально является результатом процедуры дефаззификации нечеткого множества показателей отчетности K_i ,

K_{C_i} и соответствует максимуму функций принадлежности. Величины K_i и K_{C_i} можно

рассматривать как нечеткое число, определенное как выпуклое положительное нормальное нечеткое множество, заданное на множестве действительных чисел $U \rightarrow [0, 100]$ с кусочно-непрерывной функцией принадлежности

$$\mu_{K_C}(U) = \frac{1}{1 + (U - 10)^2}, \quad \mu_{K_C}(U) \rightarrow [0, 1].$$

Принцип обобщения Заде позволяет найти функцию принадлежности нечеткого числа, соответствующего значения четкой функции от нечетких аргументов, и разработать алгоритм компьютерно-ориентированной реализации принципа нечеткого обобщения [2].

Аналитические функции площадки обеспечивают выявление закономерностей формирования рынка казахстанского содержания и тенденции его расширения. В процессе сопровождения сделок формируется база транзакций, фиксирующих какие товары (услуги) с долей казахстанского содержания были реализованы. Используя задачу поиска ассоциативных правил [3], можно находить закономерности в связанных событиях-сделках. Транзакция, рассматривается как множество событий, произошедших одновременно, идентификатором транзакции является системный номер сделки, а элементами – идентификаторы товаров или услуг сделки. База данных сделок, рассматривается как D-множество транзакций, а $Items = \{i_1, i_2, \dots, i_n\}$ – множество элементов, входящих в транзакции. Целью анализа является поиск ассоциативных правил $X \rightarrow Y$ («из X следует Y »), где $X \subset Items$, $Y \subset Items$ и $X \cap Y = \emptyset$. То есть, необходимо выявить зависимости - если в транзакции встретился некоторый набор элементов X , то на основании этого с некоторой достоверностью можно сделать вывод о том, что

другой набор элементов Y также должен появиться в этой транзакции. Правило $X \rightarrow Y$ имеет поддержку S ($supp$), если $S\%$ транзакций из D содержат $X \cup Y$, $supp(X \rightarrow Y) = supp(X \cup Y)$. Достоверность правила показывает, какова вероятность того, что из X следует Y . Правило $X \rightarrow Y$ справедливо с достоверностью ($conf$) C , если $C\%$ транзакций из D , содержащих X , также содержат Y , $conf(X \rightarrow Y) = supp(X \cup Y) / supp(X)$. Если наборы элементов казахстанского содержания обозначить X_{K_C} и Y_{K_C} , то задача формулируется следующим образом:

$$|I| - \min_I \sup \{ |X_{K_C} \cup Y_{K_C}| \} \rightarrow \min,$$

при ограничениях $X_{K_C} \rightarrow Y_{K_C}$ и мощность множества элементов $|X_{K_C}|, |Y_{K_C}| = m$.

Заключение

Особенностью алгоритма поиска ассоциативных правил, связывающих элементы казахстанского содержания, является их высокая вычислительная сложность, так как с ростом числа элементов экспоненциально растет число потенциальных наборов элементов. Эвристический алгоритм позволяет варьировать верхним и нижним порогом поддержки, а также количеством элементов во множестве, на основе которого строится правило. Понижение границы поддержки правил при высоком пороге достоверности и повышении количества элементов множества, на основе которого строится правило, позволяют выявлять закономерности с позитивной тенденцией развития рынка казахстанского содержания.

Используемые инструментальные средства разработки информационно-программного комплекса электронной площадки: среда Microsoft Visual Studio 2008, технология ASP.NET (.NET Framework 3.5), СУБД Microsoft SQL Server 2005.

Разработка выполнена по гранту для выполнения инициативных и рискованных исследований и разработок на 2009 год.

Литература

1. Постановление Правительства Республики Казахстан от 20 марта 2009 года № 367 «Об утверждении Единой методики расчета организациями казахстанского содержания при закупке товаров, работ и услуг»
2. Павлов, А. Н., Соколов, Б. В. П12 Принятие решений в условиях нечеткой информации: учеб. пособие / А. Н. Павлов, Б. В. Соколов; ГУАП – СПб., 2006 – 72 с. ISBN 5-8088-0162-1
3. В. Дюк, А. Самойленко, Data mining: учебный курс. - СПб: Питер, 2001.

АРХИТЕКТУРА ПОВСЕМЕСТНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕМАНТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Тузовский Ф.А., Ямпольский В.З.
Томский политехнический университет.
Fedor.Tuzovskiy@gmail.com

Введение

Развитие информационных технологий привело к тому, что доступом в интернет обладают уже не только персональные компьютеры, но и мобильные устройства с расширенной функциональностью (например, смартфоны, коммуникаторы и т.п.). Однако, в отличие от пользователя персонального компьютера, владелец телефона является мобильным: его потребности меняются в зависимости от местоположения, а возможности по поиску информации в интернете ограничены. В данном докладе предлагается подход к разработке мобильных повсеместной компьютерной среды (ПКС), которая позволит пользователям получать доступ к информационным сервисам в виде web-приложений, основываясь на контекстной информации пользователя.

Описание сценария

Пользователь, при входе в некоторое здание или территорию автоматически подключается к специальной информационной системе, которая использует информацию о том, где он находится в текущий момент времени, что данного пользователя интересует, и какими возможностями обладает его мобильное устройство. На основании этой информации пользователю предлагается набор услуг, который могут быть ему полезными в данном месте и в данный момент времени. Такие информационные системы называются повсеместными компьютерными средами (от англ. pervasive computing environment, ПКС) [1]. ПКС определяется четырьмя основными компонентами, которые составляют следующий кортеж:

$ПКС = \langle (П, М), С, Д, К, S \rangle$, где

- П - пользователи, обладающие различными мобильными устройствами – смартфонами, коммуникаторами (М). При этом предполагается, что мобильное устройство однозначно закреплено за пользователем;
- С - компьютеры с высокими вычислительными возможностями (серверы);
- Д - периферийные устройства, имеющие вычислительные и коммуникационные возможности (датчики, торговые автоматы, принтеры, информационные табло и т.д.)
- К - коммуникационная среда, осуществляющая передачу между участниками ПКС. Она может быть разной: Wi-Fi-сети, Bluetooth точки доступа, покрытие GPRS или WiMax.
- $S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$ – набор сервисов, которые предоставляются для данной повсеместной среды.

Постановка задачи

Основной задачей разработки ПКС является предоставление каждому i -ому пользователю набора услуг (S_{ij}) , в максимальной степени удовлетворяющего их потребностям. Данную цель можно описать, как задачу максимизации некоторого функционала: $S_{ij} = \max F_{ctx} (S)$, где

$$i=1, n$$

F_{ctx} – зависящая от контекста функция, которая определяет степень соответствия описания сервиса описанию пользователя и сложившихся условий (контекста), ctx - набор данных о профиле (описании) конкретного пользователя p , в определенном месте (l), времени (t) и ряда дополнительных условий (c), таких как температура, влажность, датчиков движения: $ctx_i = \langle p_i, l_i, t_i, c_i \rangle$

Предлагаемое решение

Для решения поставленной задачи предлагается подход, основанный на использовании семантических технологий. Основными идеями данного подхода являются следующие:

- описание всех участников ПКС (пользователей и сервисов) выполнять на основе онтологии предметной области, в которой работает данная среда. В общем виде, под онтологией понимается набор основных понятий предметной области C и отношений между ними R [2]: $O = \langle C, R \rangle$
- описание онтологии должно выполняться с использованием языка OWL [3];
- описания пользователей (профиль пользователя p_i) и сервисов представляет собой семантические метаданные - наборы утверждений (триплетов) о данном пользователе с помощью языка RDF [4];
- в качестве функции удовлетворения пользователей сервисами F_{ctx} можно использовать функцию соответствия семантических метаданных различных ресурсов [5].

Данный подход также предполагает, что сервисы среды предоставляется в виде набора web-приложений. Приложения, которые создаются для работы в ПКС, практически не отличаются от обыкновенных web-приложений: они основываются на HTML и могут использовать JavaScript для асинхронной обработки запросов. С отображением web-приложений должен справиться любой стандартный мобильный браузер. Однако они не обладают функциональностью по предоставлению интернет приложению контекстной информации о пользователе, поэтому для смартфона потребуется браузер дополненной реальности (augmented

reality browser). Это та же программа для отображения web-страниц, использующая для отрисовки страниц стандартные средства визуализации, которая в дополнение к этому умеет получать и хранить контекстную информацию, и обмениваться ей с сервером. С развитием модульности мобильных браузеров, появится возможность реализовать эту функциональность в качестве программного модуля. Коммуникационной средой могут служить любые технологии, позволяющие выходить в интернет: пакетная передача данных (GPRS) в сетях GSM, подключение к точкам доступа Wi-Fi, использование Wi-Max или LTE.

Взаимодействие клиентов и серверов

Существование набора web-сервисов и наличие соответствующей программы у пользователя еще не обеспечивает возможность определения для пользователя подходящих ему услуг. Для этого требуется выполнение определенных условий:

- в мобильном устройстве пользователя записан профиль r_i ;
- описана функциональность каждого приложения s_i ;
- наличие реестра приложений с их описаниями.

Чтобы производить поиск соответствия, необходимо чтобы и данные о пользователе, и данные о сервере были описаны на едином формальном языке, для которого применим логический вывод. Для решения такой задачи подходит онтологический подход. В качестве языка описания серверов и пользователей предлагается использовать OWL. Для осуществления поиска соответствия необходимо знать о том, какие вообще сервисы существуют, где они находятся и какие функции реализуют. Для этого в интернете уже разработан протокол UDDI, требуется только адаптировать его для мобильных web-приложений. Такой сервис получил название сервисный брокер. Процесс сравнения может выполнять не сам сервисный брокер, а сторонний семантически сервер (рис. 1), который имеет доступ к онтологиям и может выполнять сравнение метаданных на их основе.

Последовательность работы

Пользователи, обладающие смартфоном, находятся в определенном пространстве – улице или помещении. При запуске, приложение клиента подключается к сервисному брокеру и передает ему контекстную информацию в виде стандартизованного XML-запроса, хранящего OWL-описание контекста (местоположения и профиля пользователя). Брокер извлекает из описания контекста данные о местоположении пользователя и определяет набор web

приложений, которые рассчитаны на работу с этим местом. После этого выполняется поиск приложений, которые в большей степени соответствуют профилю пользователя. Определив подходящие услуги, брокер передает их список пользователю.



Рис. 1. Схема работы ПКС

Пользователь выбирает интересующий его сервис и запускает его. При обращении, сервис запрашивает контекстную информацию для адаптации страницы-приложения под нужды пользователя. При желании, пользователь может добавить сервис в избранные и это изменит его профиль в соответствии с описанием этого сервиса на формальном языке.

Выводы

На основе современных стандартов интернет и семантических технологиях возможно создание повсеместной компьютерной среды максимально удовлетворяющих потребности мобильных пользователей.

Литература

1. Claudio Bettini, Oliver Brdiczka, Survey of context modeling and reasoning techniques, [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pmcj.2009.06.002>
2. Сборник Трудов Симпозиума «Онтологическое моделирование». - М: ИПИ РАН, 2008, – 360с.
3. W3C, "OWL Web Ontology Language Overview, W3C Recommendation 10 February 2004", [Электронный ресурс]. – 2004. – Режим доступа: <http://www.w3.org/TR/owl-features/>.
4. W3C, "Resource Description Framework (RDF)". [Электронный ресурс]. – 2004. – Режим доступа: <http://www.w3c.org/RDF>.
5. Тузовский А.Ф., Чириков С.В., Ямпольский В.З. Системы управления знаниями (методы и технологии). – Томск: Изд-во НТЛ, 2005. – 260с.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «УЧЕТ ИСХОДЯЩИХ ЗВОНКОВ»

Устинова О.С., Соколова В.В.
Томский политехнический университет
ustinova_olga@sibmail.com

Введение

В наше время очень широкое распространение получили так называемые корпоративные связи. Корпоративная связь включает в себя единый счет предприятия, с которого ведется оплата за переговоры в течение определенного периода времени поставщику сотовой связи.

Однако по мере внедрения и использования данной связи возникла такая проблема как контроль финансовых средств, выделяемых на покрытие задолженности по корпоративному счету, а именно: каждого сотрудника подключают к корпоративной связи и позволяют пользоваться ею круглосуточно, в целях поддержания с ним постоянной связи.

Но сотрудник в течение суток может использовать связь в своих интересах, которые не согласуются с интересами предприятия. Тем самым предприятие несет потери, оплачивая затраты на переговоры, которые должен оплачивать сам сотрудник.

Есть несколько путей решения данной проблемы:

- 1) Отказ от использования корпоративной связи.
- 2) Оплата всех счетов по телефонным разговорам полностью.
- 3) Удержание установленной суммы из заработной платы сотрудника.
- 4) Использование услуг поставщика сотовой связи по предоставлению счета о затратах на переговоры предприятия.
- 5) Разработка комплекса, включающего в себя мобильные приложения по сбору и обработке информации о телефонных переговорах. Комплекс будет производить подсчет денег по тем затратам, которые сотрудник должен оплатить за собственное пользование корпоративной сетью.

Последний вариант является наиболее приемлемым и позволит постоянно контролировать ситуацию по затратам на переговоры, тем самым осуществлять экономию финансовых средств предприятия. Данный комплекс, названный «Учет исходящих звонков», должен включать в себя:

1. Мобильное приложение, извлекающее информацию о телефонных звонках из журнала звонков коммуникатора и записывающее эту информацию в текстовый файл.
2. Мобильное приложение, разработанное в среде «1С: Предприятие. Расширение для карманных компьютеров». Задачей этого приложения является запустить на исполнение первое мобильное приложение, прочитать его текстовый файл, а затем передать его на Сервер мобильных

приложений для дальнейшей работы с «1С:Предприятие. Бухгалтерия предприятия 8.1»

3. Обмен данными с информационной базой «1С: Предприятия. Бухгалтерия предприятия 8.1». На этапе обмена данными информационной базы мобильного приложения с информационной базой «1С: Предприятия. Бухгалтерия предприятия 8.1» платформа исполнения мобильного приложения на коммуникаторе обменивается посредством Сервера мобильных приложений данными с «1С: Предприятием. Бухгалтерия предприятия 8.1».

4. Обработку полученной информации сервером 1С. В его задачи будет входить получение и дальнейшая обработка информации о звонках. В конечном итоге будут рассчитаны суммы затрат на звонки и из них выделены те затраты, которые были совершены каждым сотрудником в своих интересах.

Программный комплекс «Учет исходящих звонков» должен осуществлять работы по следующей схеме:

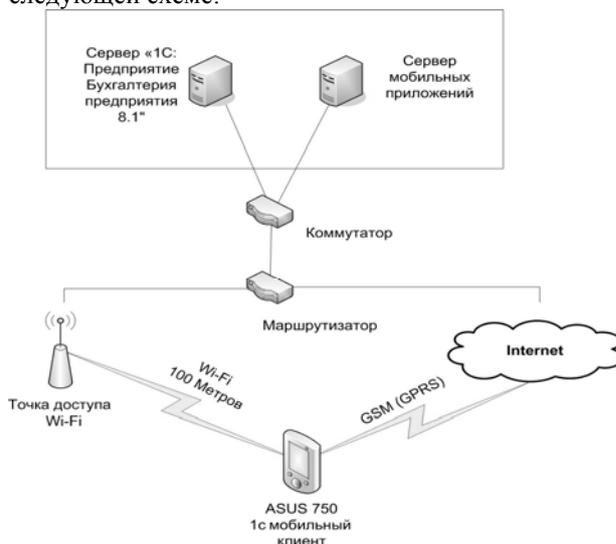


Рис. 1 Схема взаимодействия программного комплекса

В качестве среды разработки была выбрана платформа «1С:Предприятие. Бухгалтерия предприятия 8.1», а также «1С: Предприятие. Расширение для карманных компьютеров».

Платформа «1С: Предприятие. Бухгалтерия предприятия 8.1» и ее особенности

1С:Предприятие является универсальной системой автоматизации деятельности предприятия. Ее особенности:

Основной особенностью системы 1С:Предприятия является ее *конфигурируемость*. Собственно система 1С:Предприятие представляет собой совокупность механизмов,

предназначенных для манипулирования различными типами объектов предметной области. Конкретный набор объектов, структуры информационных массивов, алгоритмы обработки информации определяет конкретная конфигурация. Вместе с конфигурацией система 1С:Предприятие выступает в качестве уже готового к использованию программного продукта, ориентированного на определенные типы предприятий и классы решаемых задач. Система 1С:Предприятие имеет *компонентную структуру*. Часть возможностей, предоставляемых системой для решения задач автоматизации, являются базовыми, то есть поддерживаются в любом варианте поставки системы. Другие возможности реализуются компонентами системы. Таким образом, состав установленных компонент определяет функциональные возможности системы.

Платформа «1С: Предприятие. Расширение для карманных компьютеров 1» и ее особенности

Данный программный продукт расширяет сферу применения «1С:Предприятия 8». Он обеспечивает возможность работы с данными информационных баз «1С:Предприятия 8» на мобильных устройствах, а также на персональных компьютерах, не имеющих прямого доступа к информационным базам «1С:Предприятия 8». "1С:Предприятие 8. Расширение для карманных компьютеров" позволяет осуществлять обмен данными между мобильными приложениями и информационными базами «1С:Предприятия 8».

Основные объекты платформы «1С:Предприятие 8. Расширение для карманных компьютеров».

Редактор мобильных приложений - среда разработки, функционирующая на персональном компьютере и включающая средства визуального проектирования форм приложения и встроенный язык, сходный с языком «1С:Предприятие 8.0», для описания бизнес-логики программы.

Платформа исполнения мобильных приложений обеспечивает исполнение мобильных приложений, разработанных при помощи редактора мобильных приложений.

Сервер мобильных приложений обеспечивает связь платформы исполнения мобильных приложений (клиентское устройство) с информационными базами «1С:Предприятие 8.0» (главный компьютер).

Определение мобильного приложения

Мобильное приложение – это приложение, созданное при помощи редактора мобильных приложений и функционирующее на мобильном

компьютере. Основным свойством мобильного компьютера является то, что он не находится постоянно на связи с информационной базой «1С: Предприятия 8». Во время функционирования мобильное приложение обменивается данными с информационной базой «1С: Предприятия 8» согласно логике приложения, определяемой на этапе разработки приложения.

Схема взаимодействия мобильного клиента с информационной базой «1С: Предприятие 8»

Редактор мобильных приложений использует метаданные конкретной конфигурации 1С:Предприятия 8 для построения мобильного приложения. Созданное мобильное приложение хранится в информационной базе 1С:Предприятия 8. Сервер мобильных приложений осуществляет передачу данных от информационной базы 1С:Предприятия 8 мобильному приложению и обратно. При необходимости сервер мобильных приложений получает из информационной базы 1С:Предприятия 8 актуальное мобильное приложение и передает его платформе исполнения мобильных приложений (рис. 2).



Рис. 2 Схема взаимодействия мобильного клиента с ИБ «1С: Предприятие 8»

Заключение

Разработка программного комплекса по учету звонков является актуальным и перспективным направлением деятельности, в связи с чем работа над этим проектом будет продолжена в будущем.

Литература

- 1С: Предприятие 8. Расширение для карманных компьютеров. Руководство по установке, администрированию и разработке приложений. - Москва: Фирма «1С», 2007.- 110 с.
- М.Г. Радченко «1С: Предприятие 8.1. Практическое пособие разработчика» - Москва: ООО «1С-Паблишинг», 2004.- 330 с.

ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ НА ФОНДОВОМ РЫНКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Пак В.Л., Тузовский А.Ф.

Томский политехнический университет

PakVL@mail.tpu.ru

Фондовый рынок представляет собой совокупность денежного рынка и рынка ценных бумаг. Самой важной и сложной составляющей принятия решений на фондовом рынке является умение выполнять анализа ситуации на рынке.

Полный фундаментальный анализ проводится на трех уровнях. Первоначально в его рамках рассматривается состояние экономики фондового рынка в целом. Это позволяет выяснить, насколько общая ситуация благоприятна для инвестирования и дает возможность определить основные факторы, определяющие указанную ситуацию. После изучения конъюнктуры в целом осуществляется анализ отдельных сфер рынка ценных бумаг в целях выявления тех из них, которые в сложившихся общеэкономических условиях наиболее благоприятны для размещения средств, с точки зрения выбранных инвестиционных целей и приоритетов. При этом рассматривается состояние отраслей экономики, представленных на фондовом рынке. Выявление наиболее предпочтительных направлений размещения средств создает основу для выбора в их рамках конкретных видов ценных бумаг, инвестиции в которые обеспечили бы наиболее полное выполнение инвестиционных задач. Поэтому на третьем уровне анализа подробно освещается состояние отдельных фирм и компаний, чьи ценные бумаги обращаются на рынке. Это дает возможность решить вопрос о том, какие ценные бумаги являются привлекательными, а какие из тех, которые уже приобретены, необходимо продать.

Одним из самых перспективных направлений принятия решений на фондовом рынке является использование современных методов искусственного интеллекта [1]. Задача анализа ситуаций рынка заключается в объединении разнородной информации с целью выявления и отслеживания отношений высокого уровня между объектами первого уровня, получаемых с

помощью разных систем сбора исходных данных. Для использования знаний предметной области требуется некоторая форма их представления и средства для обработки или выполнения логического вывода на формальном описании знаний. Формальное представление знаний также является важным в связи с тем, позволяет использовать универсальные, хотя и формальные, системы логического вывода. Даже при наличии подходящих описаний знаний предметной области, множество возможных отношений, которые могут быть определены между различными объектами фондового рынка, остается очень сложным для выявления. Для выполнения более глубокого анализа ситуаций, требуется иметь определенные знания о конкретных целях пользователей данной системой. Зная более конкретно, что аналитику фондового рынка требуется определять, автоматизированная система могут уделять основное внимание только этим событиям и релевантным им отношениям.

Процесс логического вывода отслеживаемых отношений (т.е. цели) выявляет часть знаний предметной области, которая релевантна отслеживаемому отношению, находит атрибуты в знаниях предметной области, которые должны основываться на происходящих зафиксированных событиях и использовать эти атрибуты для выявления того, какие типы объектов и с какими атрибутами должны отслеживаться в потоке событий. Описанные процесса анализа ситуаций фондового рынка основываются на базовой онтологии ситуаций (БОС) [1], которая описывает минимальный набор классов и важных отношений между ними. В качестве классов выбраны, такие, как: Цель, Ситуация, Объект, Отношение, Правило, Событие и т.д. А в качестве отношений выбрано: «релевантное отношение», «иметь цель», «обладать объектом», «вызывать правило» и т.д. (рис. 1).

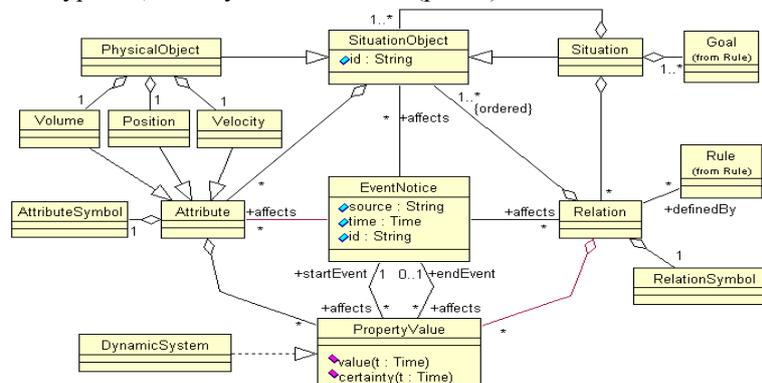


Рис. 1. Базовая онтология ситуации

Конкретная онтология фондового рынка строится на основе БОС, путем создания новых классов производных от классов БОС. Кроме того, разрабатываются специфические для предметной области правила, которые логически описывают условия, при которых каждое из производных от класса «Отношение» становится истинным. Новая онтология предметной области формирует язык, который используется для описания конкретных экземпляров ситуаций, называемых аннотациями экземпляров. Онтологии и экземпляры понятий, в конечном счете, преобразуются в формальные спецификации, обрабатываемые системой логического вывода, которая выводит с помощью правил отношения высокого уровня существующие в данной ситуации. Задача поиска отношений может быть облегчена, если задать для каждой ситуации цель, которая может быть представлена в виде отношения (или набора отношений) в теории данной предметной области. Для формального описания знаний предметных областей предлагается использовать современный язык, разработанные в области семантических технологий и подхода Semantic Web, Web Ontology Language (OWL) [2-3]. К преимуществам

использования языка OWL относится то, что он описан с помощью формальной семантики и имеется постоянно увеличивающееся количество автоматических систем для формальной обработки OWL документов, включая редакторы, средства проверки согласованности и системы логического вывода.

Язык OWL был разработан для описания классов, свойств и ограничений, имеющих отношения к конкретной предметной области. Однако OWL не может, например, для предметной области рынка акций, описывать, что несколько изменение состояния рынка влияет на цены отдельных групп акций. Т.е. на языке OWL нельзя описать правила вывода, тип «если ... то ...». В связи с этим потребовалось использовать новый язык описания правил – Semantic Web Rule Language, SWRL [4]. Данный язык создан на основе OWL и также имеет формально определенную семантику, что делает его естественным кандидатом для использования в приложениях по анализу ситуаций. Формализация анализа ситуаций с использованием описания онтологической модели и набора правил на высоком уровне показана на рис. 2.

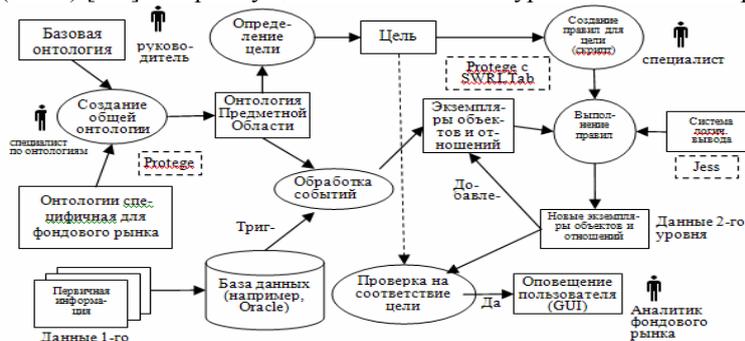


Рис. 2. Общая схема анализа ситуаций на фондовом рынке с использованием семантических технологий

На рисунке 2 прямоугольники обозначают представление информации, а овалы представляют процессы преобразования этих представлений из одной формы в другую. Процессы, у которых не показан символ \uparrow могут быть полностью автоматизированы, в то время, как другие процессы (рядом с которыми стоит символ \uparrow) требуют вмешательства человека в настоящее время и обозримом будущем. Однако, работа человека в этих процессах может быть значительно облегчена за счет разработки более интеллектуальных инструментов. Прямоугольники, показанные пунктиром, содержат название свободно распространяемых программных компонент, которые могут использоваться при создании системы анализа ситуаций. На вход системы поступает текущая информация с фондового рынка с описанием новых событий, которая сохраняется в базе данных. На основе данной информации с использованием онтологии фондового рынка строится его текущее онтологическое описание. При этом производится проверка и выполнение описанных продукционных правил.

В случае, если в полученном описании ситуации будут появляться отношения, определенные как целевые, например, «покупать» или «продавать», то описание участников этих отношений будет сообщаться аналитику фондового рынка в качестве рекомендации, которые он может учитывать при выборе своих решений.

Литература

1. Matheus C.J., Kokar M.M., Bacławski K., Letkowski J. An application of semantic web technologies to situation awareness, 4th International semantic web conference ISWC2005, vol. 3729, pp. 944-958.
2. M. Dean, G. Schreiber, S. Bechhofer, F. van Harmelen, J. Hendler, I. Horrocks, D. L. McGuinness, P. F. Patel-Schneider, and L. A. Stein. OWL Web Ontology Language Reference. W3C Recommendation 10 February 2004. <http://www.w3.org/TR/owl-ref/>.
3. <http://www.w3.org/2004/OWL/>.
4. I. Horrocks, P. F. Patel-Schneider, H. Boley, S. Tabet, B. Grosz and M. Dean. SWRL: A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML. W3C Member Submission, 2004

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БИБЛИОТЕКИ ЮТИ ТПУ

Маркелова Е.В., Чернышева Т.Ю.

Юргинский технический институт (филиал) Томского политехнического университета
heatshepset@mail.ru

Введение

Необходимо автоматизировать самые важные функции деятельности НТБ Юргинского технологического института ТПУ. Особенно проблемной областью является поиск нужной литературы, содержащейся в НТБ, который до сих пор ведется с помощью бумажного каталога. Совсем недавно была начата работа перевода каталога в электронную версию в приложении MS Excel. Но главный недостаток такого представления – отсутствие возможности поиска и удаленного доступа к каталогу. Так же существенным минусом является ограниченное число пользователей, одновременно использующих каталог. Еще одним местом, требующим автоматизации, является оповещение читателей о поступлении новых книг и пополнении периодических изданий. Так как в настоящее время данные операции реализуются путем телефонного обзвона подписчиков (заведующих кафедрами) и вывеской объявлений с сообщением о поступивших новых изданиях [1]. При разработке данной системы была проведена работа по исследованию систем подобного вида: Virtua, Нева, Руслан. Главным конкурентным преимуществом рассмотренных систем является автоматизация всего комплекса библиотечных функций и построение библиотечной записи с использованием формата MARC и RUMARC. Для данного случая все эти системы требуют значительных затрат на приобретение, на обучение персонала, а так же необходимости принятия в штат администратора подобной системы. А разрабатываемая система несет малые материальные затраты на создание, на обучение и имеет потенциал для развития.

Функции информационной системы

Исследование предметной области свидетельствует о том, что ключевой единицей, с которой ведется работа, является книга и ее библиотечная запись [2], которая имеет свой набор реквизитов (полей) которые заполняются в каталожной карточке книги: УДК (ББК), Название книги, Автор или коллектив авторов, Год издания, Место издания, Издательство, Количество страниц, Инвентарный номер или диапазон инвентарных номеров, Аннотация. Пользователями каталога являются работники библиотеки, читатели, сотрудники института. Для них работа с каталогом ведется только в режиме чтения и осуществляемые действия над записями

– это поиск по контрольным полям каталога. Библиотекари, работая с каталогом, совершают следующие действия: редактируют записи, добавляют новые записи, удаляют записи, могут добавить нового пользователя. Функции системы:

- Комплектование (регистрация поступлений, первичное описание, формирование отчетных документов).
- Каталогизация (полное библиографическое описание, предметизация, систематизация) – создание электронного каталога.
- Поиск необходимого читателю издания через Web-браузер в электронном каталоге (представление каталог и система поиска).
- Учет в системе (учет книгофонда за год; учет поступлений по партиям с указанием суммы и библиотечного фонда; списание: утрата, недостача, замена, ветхость; оформление актов о списании с указанием причины, перечня книг и с пометкой книгофонда).
- Уведомление подписчиков (читателей-преподавателей) о приходе экземпляров подписных изданий средствами автоматической рассылки по e-mail-адресам заведующим кафедрами, а также в виде веб-страницы.

Система написана в виде клиент-серверного приложения на языке PHP5+MySQL 5 [3]. Система выдает информацию для пользователя это результаты его поиска по каталогу. Для библиотекаря – подсчитанные системой учетные показатели, а также документация, сгенерированная системой (в виде web-страниц):

- генерация и отправка электронного письма по заявленным адресам с указанием поступления заявленных подписных изданий;
- отчет о новых подписных изданиях за месяц;
- отчет о поступлении партии изданий с указанием книгофонда;
- отчет о пополнении книгофонда за год;
- отчет о выбытии изданий из книгофонда.

В ходе разработки была создана модель уровня определений предметной области (рис. 1) [4]. В таблице 1 дана расшифровка сущностей диаграммы.

Работа с системой

Работа в системе начинается с авторизации пользователя. После успешной авторизации пользователь может в главном окне выбрать нужное ему действие и продолжить работу.

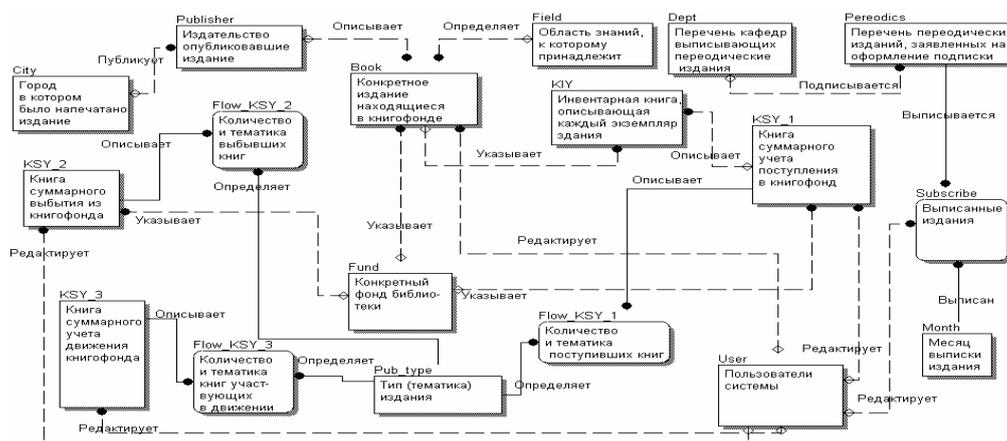


Рис. 1 – Уровень определений концептуальной модели предметной области

Табл. 1 – Глоссарий сущностей

Имя	Определение
BOOK	Описание экземпляра книги
KIY	Книга инвентарного учета
CITY	Место издания
PUBLISHER	Издательство
FIELD	Область знаний
FUND	Библиотечный фонд
USERS	Пользователи
DEPT	Подписчики (кафедры института)
PERIODICS	Периодические издания
SUBSCRIBER	Выписанные журналы
MONTH	Месяц, выписки издания
PUB_TYPE	Тип (тематика) издания
KSY_1	Книга суммарного учета часть 1. Поступление в библиотечный фонд
FLOW_KSY_1	Поступившие книги по тематике
KSY_2	Книга суммарного учета часть 2. Выбытие из библиотечного фонда
FLOW_KSY_2	Выбывшие книги по тематике
KSY_3	Книга суммарного учета часть 3. Описывает движение книгофонда
FLOW_KSY_3	Книги по тематике участвующие в книгообороте библиотеки

На каждой странице расположена подсказка по соответствующему действию. Она коротка и информативная. На рисунках 2 и 3 проиллюстрированы виды основных окон системы.

Заключение

На данный момент в системе реализовано 50% задуманного функционала. Система активно дорабатывается. Реализованы возможности удаленной работы с редактированием каталога, с выводом информации о поступлении новых изданий и журналов. В разработке находятся страницы с отчетами о поступлениях и выбытиях и книгофонда.

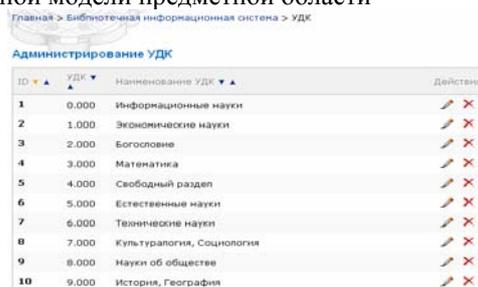


Рис. 2 – Вид страницы для сущности Field

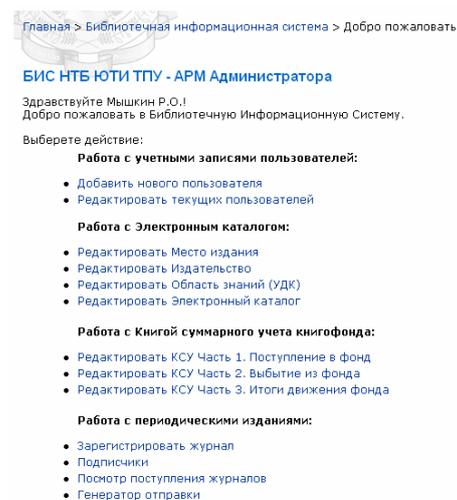


Рис. 3 – Вид главного окна системы

Литература

1. Экономическая информатика. Учебник для вузов под ред. В.В. Евдокимова – С-Пб: Питер, 1997. – 592 с.
2. Маслов А.В. Проектирование информационных систем в экономике: учебное пособие / А.В. Маслов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 216 с.
3. Объектно-ориентированное программирование на PHP / М.В. Кузнецов, И.В. Симдянов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 608 с.

Проектирование и разработка баз данных. Визуальный подход / Р. Фрост, Д. Дей, К. Ван Слайк; пер. с англ. А.Ю.Кухаренко. – М.: НТ Пресс, 2007. – 592 с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОТЧЕТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА К СИНТЕЗУ ЗАПРОСОВ

Култышев П.В., Кучуганов В.Н.
Ижевский Государственный Технический Университет
kuchuganov@istu.ru

Введение

Подготовка качественной отчетности - одна из тех важных задач аналитиков организации, которая позволяет вовремя отследить изменения в тех или иных экономических, социальных и других показателях, влияющих на развитие предприятия, его филиалов и подразделений. Отчетность требуется как для всего бизнеса, и так для различных слагающих его частей - будь-то корпоративное транзакционное приложение, база данных или же процесс, исполняемый на регулярной основе [1].

Составление качественного отчета требует знаний предметной области и навыков пользования системами составления отчетности. Наиболее мощные инструменты чаще всего рассчитаны на лиц, владеющих программированием. Когда лицо, принимающее решение (ЛПР) хочет проверить какую-либо мысль (гипотезу), ему необходимо получить пищу для размышлений, подтверждающую либо опровергающую его идею. Поскольку эти мысли приходят спонтанно, и отсутствует точное представление о том, какого рода информация потребуется, необходим инструмент, позволяющий быстро и в удобном виде эту информацию получить [2]. Ниже предлагается онтологический способ синтеза запросов. Набор метаданных, организованный в форме онтологии, позволяет упростить оперирование с сущностями базы данных за счет знаний о предметной области. Как известно, онтология – упорядоченная древовидная структура, содержащая иерархию сущностей, а также отношения между ними.

Онтология отражает реальную предметную область базы данных и задает набор правил, с помощью которых составляются сложные запросы и осуществляются выборки. Составляя запрос, пользователь выбирает конкретные сущности и отношения, занесенные в таблицу метаданных. В результате происходит автоматическая генерация запроса. Онтология сущностей предметной области составляется экспертом на этапе проектирования базы данных. Основным преимуществом такого подхода является простота составления сложных (комплексных) запросов, агрегации данных без участия программиста, владеющего языком структурированных запросов (SQL).

1. Этапы составления отчетности

Процесс создания, связывания и выполнения готовых отчетов условно можно разбить на следующие этапы:

- выбор баз данных, по которым строится аналитический отчет, и визуализация структур

данных;

- комплексирование (сборка) запросов к анализируемой базе данных;

- конструирование отчета с помощью мастера построения отчетности.

2. Отображение содержимого базы данных

Отображение метаданных интересующей нас базы данных осуществляется после подключения к ней предлагаемого модуля. Структура базы данных отображается в виде дерева (рис. 1). Пользователь модуля выбирает ту информацию, которая ему необходима для дальнейшей работы с базой данных. Эта информация включает в себя как общие данные о базе (таблицы, представления, атрибуты, ключевые поля, связи), так и данные системные, которые используются СУБД для организации ее структуры (системные представления, данные о безопасности и т.д.). Последнее включается более опытными пользователями и используется для детальной обработки информации о БД.

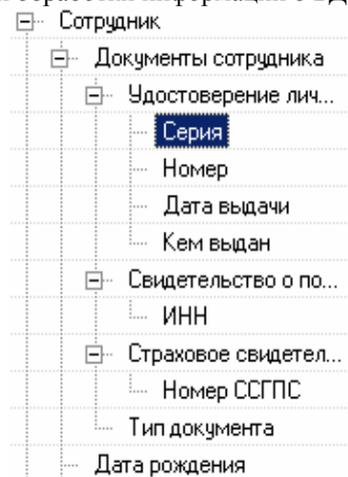


Рис. 1. Фрагмент иерархии базы данных

3. Составление запроса БД

Конструирование запроса к уже выбранной и присоединенной базе данных состоит в определении множества таблиц, по которым необходимо провести выборку. Для составления запроса используется мастер, где выбираются нужные поля, вводятся значения на выборку (рис. 2). Сходным образом выбираются поля группировки, определяются функции для подведения итогов по группам и сортировки. Данный интерфейс содержит средства для составления общих запросов к БД с использованием языка запросов Transact SQL. Составленные запросы можно редактировать и добавлять нужные параметры. Данный шаг является неотъемлемым и важным при составлении отчета, ведь именно от корректности

выбранной информации будет зависеть качество полученного отчета.

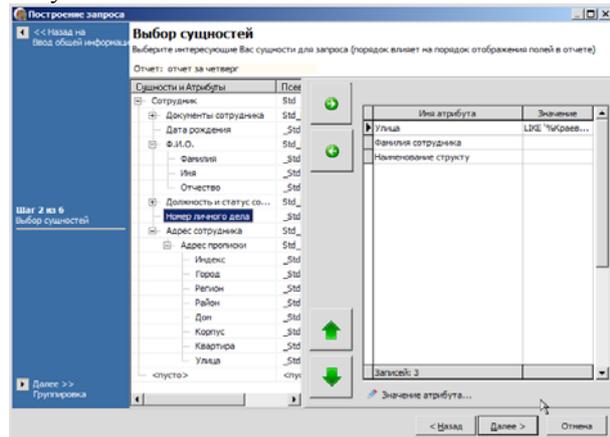


Рис.2. Выбор сущностей в мастере

Для отображения дерева иерархии сущностей и атрибутов система хранит всю информацию, необходимую для составления корректной выборки из базы данных. Для создания новых сущностей и атрибутов, необходимых в работе, используется редактор сущностей и атрибутов (рис. 3).

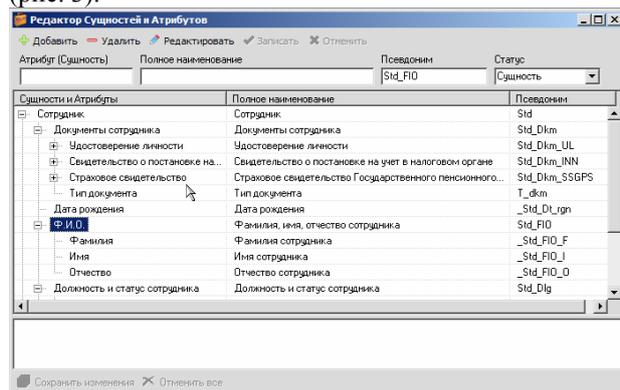


Рис. 3. Редактор сущностей и атрибутов

В данном редакторе имеется возможность добавления новых сущностей и атрибутов базы данных, правил их выборки, установления полного имени сущности/атрибута, назначения псевдонима в системе. Чтобы была возможность делать выборки по каждой из имеющихся сущностей базы данных, необходимо задавать место выборки и условия, которые будут зависеть от конкретной сущности либо атрибута базы данных. Главная экранная форма редактора составляющих изображена на рисунке 4.

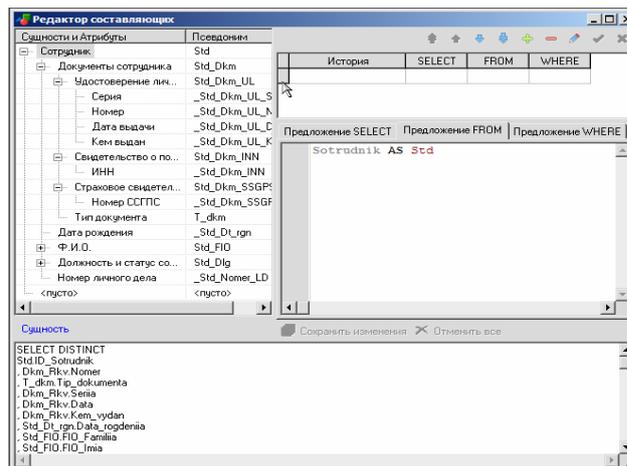


Рис. 4. Главное окно редактора составляющих

4. Конструирование отчета с помощью мастера отчетности

Использование мастеров облегчает работу пользователя. Процесс конструирования отчета можно разбить на следующие этапы:

- выбор шаблона формы отчетности из имеющихся на дисковых накопителях или в базе данных системы;
- перекомпоновка формы отчетности (ведется в редакторе FastReport);
- реализация параметризуемости отчета (функция реализована в форме генерации скриптов, которые подготавливают собранные данные перед выполнением отчета и, подставляя необходимые значения параметрам, генерируют отчет);
- связывание отчета с базой данных (вставка полей в нужные области отчета, их группировка, объединение, вывод в виде таблиц, задание нужных расчетов, подведение итогов).

Заключение

Система автоматизации проектирования нестандартной отчетности была внедрена в управлении кадров ИжГТУ. Сейчас производится ее опытная эксплуатация и работа над устранением недостатков.

Литература

1. Арустамов А. Анализ бизнес-информации – основные принципы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.basegroup.ru/library/methodology/analysis/businessdata/>, свободный
2. Кучуганов В.Н. Вопросы корректности предметных онтологий //Труды Междунар. научно-технич. конференций "Интеллектуальные системы" (AIS'06) и "Интеллектуальные САПР" (CAD). Научное издание в 3-х томах. – М.: Физматлит, 2006. – Т. 2, с.138-145.
3. Системы репоринга. Подготовка отчетности. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.itstan.ru/content/view/103/156>, свободный.

ИНТЕГРАЦИЯ БАЗ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ SEMANTIC WEB

Мозгалева П.И., Тузовский А.Ф.
Томский политехнический университет
M-Polina-I@ya.ru

Введение

Быстрый рост вычислительной мощности и Интернета наряду с увеличивающейся децентрализацией организационных структур привел к созданию обширной сети распределенной электронной информации. Эта всеобъемлющая тенденция сделала информацию доступной отдельным личностям и организациям. Однако задача интеграции несоизмеримой и распространенной информации, оказалось, была обременительной и дорогостоящей.

Все возрастающая потребность в получении «обобщенного» взгляда на информационные ресурсы различных систем привела к формированию механизмов интеграции данных, которые ориентируются на эффективную организацию доступа к внешним источникам данных посредством единого интерфейса в рамках единой модели данных. При этом сам метод объединения информации в единое целое должен быть настолько прозрачным для конечного пользователя, чтобы в его глазах процесс получения информации ничем не отличался от обращений к единому хранилищу.

Целью данной работы является исследование и разработка механизмов решения задачи интеграции данных с использованием семантических технологий.

Интеграция данных в RDF Gateway

Клиентское приложение, реализующее возможность выполнения объединенных запросов через все предопределённые источники, не должно знать о числе и типах источников данных, вовлеченных в его запросы.

Создадим и подключим две реляционных базы данных к RDF Gateway, используя RDF Gateway Data Service (Рис.1.).

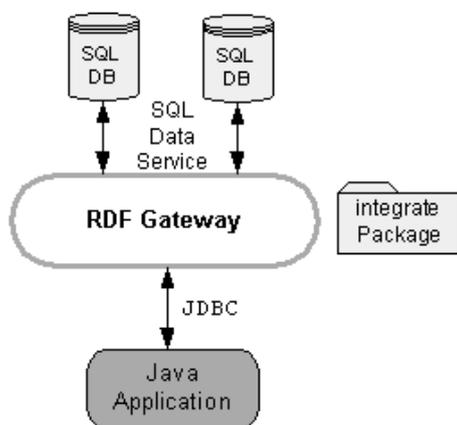


Рис.1. Схема подключения баз данных

С помощью правил вывода этот пакет отображает схему RDF клиентского запроса схемам различных источников данных. RDF Gateway также поддерживает многие другие типы клиентских приложений. Используем в качестве клиента простое приложение Java, которое соединяется с RDF Gateway через межсетевой драйвер JDBC RDF.

Клиентское приложение - простое приложение Java, которое запрашивает RDF Gateway в терминах его схемы RDF. Клиентское приложение не знает о числе и типах источников данных, вовлеченных в его запрос, а также различные схемы, используемые источниками данных. На Рис.2. проиллюстрирована схема RDF, которая используется клиентским приложением.

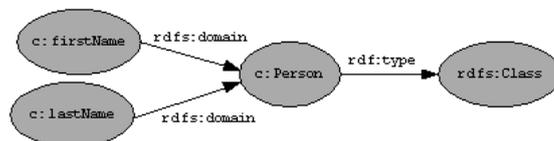


Рис.2. Схема RDF для клиента

Клиентское приложение импортирует файл пакета `include.rql`, чтобы получить массив источников данных (`argSources`) для запроса и определения правил `rdf_schema`. Пакет поместит все источники данных в отдельный массив, таким образом, что клиентское приложение сможет обработать их как отдельный источник данных, выполняя запросы.

Оператор `SELECT` используется, чтобы запросить для всех объектов `Person` и их свойств, используя схему RDF (см. Рис.2.). Включая правила схемы RDF (`rdf_schema`) в запросе, RDF Gateway будет искать семантически эквивалентные классы и свойства в других схемах (Рис.3.).

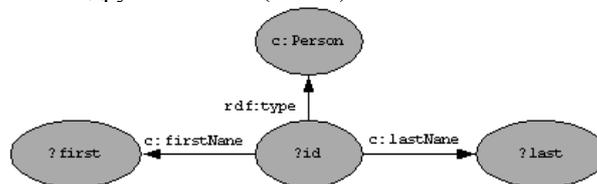


Рис.3. Графическое представление запроса

В дальнейшем сам метод агрегирования информации должен быть настолько прозрачным для конечного пользователя, чтобы в его глазах процесс получения информации ничем не отличался от обращений к единому хранилищу данных.

Источники данных

С помощью межсетевой передачи данных RDF подключаем две реляционных базы данных к RDF Gateway как источники данных. RDF Gateway может

выполнить объединенные запросы через множество источников данных. Это означает, что приложение, которое выполняет запрос, распознает поступившие данные так, как будто вся информация содержится в отдельном источнике данных (Рис.4).

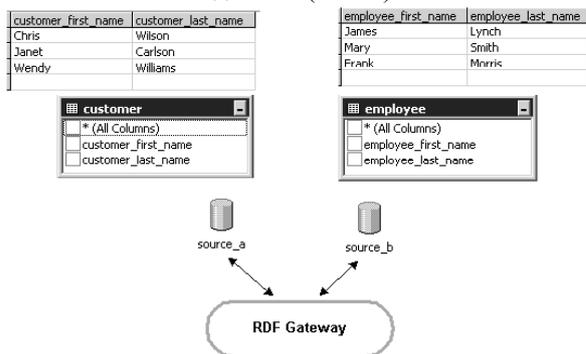


Рис.4. Подключение реляционных баз данных.

Объект DataSource RDFQL используется, чтобы создать подключение передачи данных с каждой реляционной базой данных, используя сервис SQL-данных:

Сервис SQL-данных переводит RDF запрос SQL-запросу и возвращает результаты как данные RDF. Каждая передача данных RDF предоставляет свою внешнюю информацию, используя схему RDF. Схема RDF, используемая Сервисом SQL-данных, основана на таблицах и столбцах реляционной базы данных. Таблица обработана как класс RDF, столбец как свойство RDF. Чтобы позволить информации из этих двух источников данных быть семантически отображенными, в схема, используемая клиентским приложением, должна быть дополнена данными схем используемых источников данных (Рис.5.).

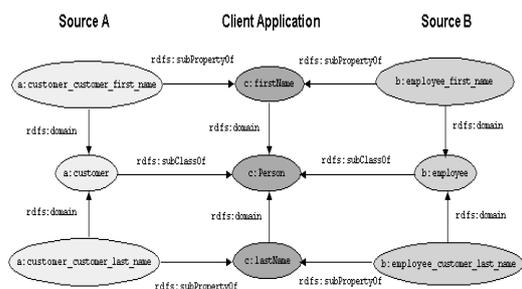


Рис.5. Связь схемы передачи данных со схемой клиентского приложения, используя RDF

Правила Вывода

Правила вывода позволяют RDF Gateway обрабатывать семантику, которая описана одной или более схемами RDF. При решении поставленной задачи, определяется основа `rdf_schema`, которая реализует несколько правил вывода для схем RDF.

Правило Подкласса.

Первое правило позволяет RDF Gateway понимать класс hierarchy. Он в основном выражает то, что любой объект – тип любого из его классов. Например, служащий – это человек, потому что первый – подкласс второго.

Правило Подсвойства.

Второе правило позволяет шлюзу RDF выводить эквивалентные свойства. Например, свойство `b:employee_employee_last_name` - то же самое, что и `c:lastName`, потому что первое - подсвойство второго.

Когда эти правила вывода включены в запрос, RDF Gateway может семантически отобразить связь между классами и свойствами других схем RDF.

Заключение

В результате проделанной работы удалось осуществить интеграцию данных с использованием RDF Gateway. С помощью Java-приложения все запросы RDF Gateway совместно обрабатываются по всем источникам данных, заключённым в запрос, который всегда будет выдавать один и тот же результат, независимо от того, располагаются ли данные в одном или нескольких источниках данных. Это мощная особенность, если каждый источник данных содержит часть информации требуемой для получения точных результатов.

Интеграция данных еще более усовершенствуется с помощью правил вывода RDF. Правила вывода предоставляют полезный механизм для семантического согласования схем на основе описания их RDF Schemas.

Запрос может быть выражен с использованием одной схемы, а правила вывода будут автоматически согласовывать (сопоставлять) данные, использующие различные схемы, со схемой используемой в запросе.

Этот процесс превосходит простую интеграцию данных и уже является семантической интеграцией. Но существуют существенные недостатки. Они заключаются в том, что после интеграции все полученные данные хранятся во встроенных таблицах RDF Gateway, т.е. происходит дублирование.

В дальнейшем планируется усовершенствовать механизм, разработать более функциональное приложение с графическим пользовательским интерфейсом.

Литература

1. Официальный сайт компании Intellidimension [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.intellidimension.com>, свободный.
2. Официальный сайт Консорциума всемирной паутины [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.w3.org>, свободный.
3. Dean Allemang, Jim Hendler. Semantic Web for the working ontologist. Effective Modeling in RDFS and OWL. – USA.: Morgan Kaufmann Publishers is an imprint of Elsevier, 2007 – 349 стр.
4. Shelley Powers. Practical Resource Description Framework. – Sebastopol: O'Reilly & Associates, 2003 – 304 стр.
5. Grigoris Antoniou And Frank van Harmelen. A Semantic Web Primer (second edition). - The MIT Press Cambridge, Massachusetts (London, England) – 2008 - 287 стр.

*Национальный Исследовательский
Томский Политехнический Университет
Институт «Кибернетический центр»*

Молодежь и современные информационные технологии

Сборник трудов
VIII Всероссийской научно-практической конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых

Часть 1

*Секция 1. «Микропроцессорные системы, компьютерные сети и телекоммуникации»
Секция 2. «Математическое моделирование и компьютерный анализ данных»
Секция 3. «Информационные и интеллектуальные системы (в прикладных областях)».*

Подписано в печать 30.04.2010 г. Формат 60x84/16. Бумага офсетная.
Печать RISO. Усл. печ. л. 18,25. Уч.-изд. 16,53. Тираж 100 экземпляров.
Отпечатано ООО «СПБ Графика». Заказ № 05.
Адрес: 634034, г. Томск, ул. Усова, 4а-150, т. (38-22) 224-789