

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт кибернетики

Молодёжь и современные информационные технологии

Том I

**Сборник трудов
XIII Международной научно-практической
конференции студентов, аспирантов
и молодых учёных**

9–13 ноября 2015 г.

Томск 2016

УДК 378:004
ББК Ч481.23
М75

Молодежь и современные информационные технологии. Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и современные информационные технологии». Томск, 9-13 ноября 2015 г. – 2016 – Томск: Изд-во ТПУ. – Т. 1 – 330 с.

Сборник содержит доклады, представленные на XIII Международной научно-практическую конференцию студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и современные информационные технологии», прошедшей в Томском политехническом университете на базе Института кибернетики. 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», «Автоматизация и управление в технических системах», «Информационные и программные системы в производстве и управлении», «Компьютерная графика и дизайн», «Информационные технологии в гуманитарных и медицинских исследованиях».

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

УДК 378:004
ББК Ч481.23
М 75

Редакционная коллегия сборника:

Мамонова Т.Е., к.т.н., доцент каф. ИКСУ ИК ТПУ, ученый секретарь конференции;
Ботыгин И.А., к.т.н., доцент каф. ИПС ИК ТПУ, председатель секции № 1;
Зимин В.П., к.т.н., доцент каф. ПМ ИК ТПУ, председатель секции № 2;
Рудницкий В.А., к.т.н., доцент каф. ИКСУ ИК ТПУ, председатель секции № 3;
Шерстнев В.С., к.т.н., доцент каф. ВТ ИК ТПУ, председатель секции № 4;
Винокурова Г.Ф., к.т.н., доцент каф. ИГПД ИК ТПУ, председатель секции № 5;
Берестнева О.Г., д.т.н., профессор каф. ПМ ИК ТПУ, председатель секции № 6.

Редакционная коллегия предупреждает, что за содержание представленной информации ответственность несут авторы.

© ГАОУ ВО «Национальный исследовательский
Томский политехнический университет», 2016
© Оформление. Издательство Томского
политехнического университета, 2016

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1 МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ СИСТЕМЫ, КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ	15
КОНЦЕПЦИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ГИБРИДНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ	
Погребной А. В.....	16
ПРИМЕНЕНИЕ СОБЫТИЙНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА К ПОСТРОЕНИЮ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ВРЕМЕНИ ОБРАБОТКИ СОБЫТИЯ	
Пономарева А.В., Шамин А.А.	18
ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УМНОГО ДОМА	
Ракитин Д.А., Железнов А.А., Коцубинский В.П.	20
ЭКСПЕРИМЕНТ ПО УВЕЛИЧЕНИЮ КОЛИЧЕСТВА ВХОДОВ НЕЙРОСЕТЕВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ, ПОСТРОЕННОГО НА ОСНОВЕ ЭЭГ	
Михайлов А.Г., Апальков А.Ю., Боршевников А.Е.	22
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ПЛОТИНЫ	
Першин Е.А., Мейта Р.В., Шамин А.А.	24
СИНХРОНИЗАЦИЯ ВРЕМЕНИ ВО ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМАХ	
Мейта Р.В., Першин Е.А., Шамин А.А.	26
РАЗРАБОТКА ОНЛАЙН-СЕРВИСА РЕКОМЕНДАЦИИ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	
Никитина К.С., Дорофеев В.А.	28
ГЕНЕРАТОР СИГНАЛОВ ПРОИЗВОЛЬНОЙ ФОРМЫ НА NI FPGA Board	
Ершов И.А., Рыбин Ю.К.	30
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РАСЧЕТА ЦЕНТРА МАСС ЗЕМЛИ С ПОМОЩЬЮ ЕИЭМПЗ	
Горемыкина Д.С., Петрик И.М.	32
THE UNDERSTANDING OF CONSISTMENT HASHING	
N.S. Gukov	34
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАЯВКАМИ НА ОСНОВЕ ПРОГРАММНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА	
Нагиев А.Е.	38
АНАЛИЗ ИНФОРМАТИВНОСТИ ДЕМАСКИРУЮЩИХ ПРИЗНАКОВ ОБЪЕКТОВ ИНФОРМАТИЗАЦИИ И МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ ОТ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ДОСТУПА	
Клостер С.А.	40
МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ УСТРОЙСТВА НАГРУЗОЧНО-РЕГИСТРИРУЮЩЕГО «ГАММА-500»	

Роговых А.В.	42
ЧИСЛЕННАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ФАЗОВОЙ ГРУППИРОВКИ НА ПРИМЕРЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЯДОВ	
Сорокин В.А., Рохмистров Д.С., Волков Ю.В., Завьялов П.Б.	44
КЛИЕНТ-СЕРВЕРНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ СВОДОК ПО АЭРОДРОМУ	
Козловский В.А., Попов В.Н.	46
ДОРАБОТКА ПРОТОКОЛА DMX512 ДЛЯ ДВУСТОРОННЕЙ СВЯЗИ	
Волшин М.Е.	48
ОБ ОПЕРАТИВНОМ ДЕТЕКТИРОВАНИИ ВИРУСНОГО КОДА В ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИИ	
Беломестных Д.А.	50
СРЕДСТВА ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ИНФОРМАЦИИ	
Славгородский Д.О.	52
PARALLELIZING PICTURE FILTER OPERATIONS USING NVIDIAS'S CUDA TECHNOLOGY	
Martin Weber	54
СЕКЦИЯ 2 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ 56	
ОБ ОЦЕНКЕ СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ	
Вежнина О.А., Емельянова Т.В.	57
СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ ГЕТЕРОГЕННЫХ ХРАНИЛИЩ ДАННЫХ	
Саклаков В. М.,	59
РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ АКТИВНОЙ ПОДВЕСКИ КОЛЕСНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА	
Маслов В. Е.	61
МОДЕЛИРОВАНИЕ СВОЙСТВ АВТОНОМНЫХ СТРУКТУР МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ РЗМ	
Попов А.С., Обходский А.В.	63
ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИИ ПРОПУСКАНИЯ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ВОДЕ, СОДЕРЖАЩЕЙ МЕТАН	
Лоскутов В.В.	65
СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ ПО ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ	
Костенко К.А.	67
СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ СТУДЕНТОВ ПО ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ	
Соболева Е.С.	69

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ ДЯЛ ЗАДАЧ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ	
Карпенко М.А.	71
ВЕРИФИКАЦИЯ И ВАЛИДАЦИЯ СРЕДСТВ ПОСТРОЕНИЯТЕСЕЛЯЦИИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В ПАРАМЕТРИЧЕСКОМ ПРЕДСТАВЛЕНИИ В ПРЕПРОЦЕССОРЕ ЛОГОС	
Тарасова Л.П.	73
УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АМПЛИТУДНО-ФАЗОЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТОКОВЫХ ШУНТОВ	
Рыжова А.О., Заревич А.И.	75
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБСЛЕДОВАНИЯ ПАССАЖИРОПОТОКА ГОТОДА ТОМСКА	
Кузьменко Е. А., Кочегурова Е. А.	77
SIGNAL AMPLITUDE INSTABILITY OF DIRECT DIGITAL SYNTHESIS GENERATOR	
Petlina T.A., Nikulina Yu.V., Rybin Yu.K.	79
МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ В ТРАНЗИСТОРЕ ШОТТКИ С УЧЕТОМ КРАЕВЫХ ЭФФЕКТОВ В МЕСТЕ СТЫКА ЭЛЕКТРОДА И ИЗОЛЯТОРА	
Багутдинов Р. А.	81
АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ПРИМЕНЕНИЯ БЛОЧНОЙ СПОРАДИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В ДИСПЕТЧЕРСКИХ СИСТЕМАХ НЕФТЕДОБЫЧИ	
Забзеев А.Г., Киреев П.А.	83
ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ УСТОЙЧИВОЙ АВТОРЕГРЕССИИ	
Иващенко А.О.	85
РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ СТРУКТУРИРОВАННЫХ РАСЧЕТНЫХ СЕТОК НА ОСНОВЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ИССЛЕДУЕМОГО ОБЪЕКТА	
Голуб О. А., Хаустов П. А.	87
ВЫЯВЛЕНИЕ ВИТКОВЫХ ЗАМЫКАНИЙ В ОБМОТКАХ РОТОРА СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА	
Казанцев А.В., Ромкин А.А.	89
ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ФЮЗЕЛЯЖА МОДИФИЦИРОВАННОГО САМОЛЁТА В ЗОНЕ ВЫРЕЗОВ	
Шилимов К.Г., Камалиева Р.Н.	91
МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА В ИСТОЧНИКЕ С ПЛАЗМЕННЫМ СЕТОЧНЫМ ЭМИТЕРОМ	
Нгуен Бао Хынг	93
ПРОФАЙЛИНГ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ СЕТИ ИНТЕРНЕТ. АЛГОРИТМЫ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПРОФАЙЛИНГА	
Забродин И.Е.	95

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕНЕРАЦИИ ПЛАЗМЫ В ИСТОЧНИКЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ПУЧКОВ С ПРОДОЛЬНОМ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ	
Нгуен Бао Хынг	97
ВЫБОР МЕТРИКИ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ТОМОГРАФИЧЕСКОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ	
Булдыгин Р.А.	99
СЕГМЕНТАЦИЯ ЯДЕР КЛЕТКИ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ГРАНИЦ ВХОДНОГО ПОРОГОВОГО СИГНАЛА	
И. В. Цапко, А. В. Шишло	101
СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА ДЛЯ РАСЧЕТА ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ОБМОТКАХ С ЦЕЛЬЮ ЕГО ДИАГНОСТИКИ МЕТОДОМ НИЗКОВОЛЬТОВЫХ ИМПУЛЬСОВ	
Будько А. А.	103
ВТВА МОДЕЛЬ ГЕНЕРАЦИИ АГРЕГАТНЫХ СЕТЕЙ	
Кинаш Н.А., Труфанов А.И., Тихомиров А.А., Берестнева О.Г.	105
МОДЕЛИРОВАНИЕ СВОЙСТВ АВТОНОМНЫХ СТРУКТУР МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ РЗМ	
А.С. Попов, А.В. Обходский	107
ИНТЕГРАЦИЯ РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ RDF ГРАФОВ	
Рафиков М.Р.	109
РЕАЛИЗАЦИЯ ОБРАТНОГО КОМПОЗИТНОГО АЛГОРИТМА ГАУССА-НЬЮТОНА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ПОЛЕЙ ВЕКТОРОВ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ В ЗАДАЧЕ ОЦЕНКИ ДЕФОРМАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ МАТЕРИАЛОВ	
Береснев А.П.	111
СТАТИСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ РУССКОГО ЯЗЫКА	
Завьялова А.В.	113
ПРОБЛЕМА ПОДГОТОВКИ ЕЯ-ТЕКСТОВ К СИНТАКСИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ ДЛЯ ЗАДАЧ АВТОМАТИЧЕСКОГО ИЛЛЮСТРИРОВАНИЯ	
Лабзюк С. А., Равицкий М. К., Крайванова В. А.	115
ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕРРИТОРИЙ	
Аксёнов А.В., Медведев А.С., Силич М.П.	117
КАЛИБРОВКА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ ДЛЯ АНАЛИЗА ПАРАМЕТРОВ МОЩНЫХ СВЧ ИМПУЛЬСОВ	
Богданов Д. Д.	120
ФОРМИРОВАНИЕ РАСПИСАНИЯ ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА С ПОМОЩЬЮ МУРАВЬИНОГО АЛГОРИТМА	
Е. С. Горохова, Е. А. Кочегурова	122
РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ	

Сергеева Ю.С., Рыбалка С.А.....	124
АДАПТИВНЫЙ ФИЛЬТР ОБРАБОТКИ ПОДВОДНЫХ СНИМКОВ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ	
Максимова Е.И.	126
РАСПОЗНАВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ, ОСНОВАННОЕ НА РАНГОВОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ИХ ПРОСТРАНСТВЕННО-ЯРКОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК	
Петрик И.М.	128
MODELING OF ELECTRIC FIELD AROUND DIELECTRIC CYLINDER IN ANSYS MAXWELL	
Duplinskaya M.V., Erovenko I.S., Salnikova T.V.	130
АЛГОРИТМ ВЫДЕЛЕНИЯ СТРУКТУРНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАНИЯ РУКОПИСНЫХ СИМВОЛОВ	
Хаустов П.А., Максимова Е.И.	132
АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКОЙ ПОДАТЛИВОСТИ ШПИНДЕЛЯ ПЯТИКООРДИНАТНОГО СТАНКА С ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ КИНЕМАТИКОЙ	
Никулин П. А., Сикора Е. А.	134
МЕТОД КЛАСТЕРИЗАЦИИ МНОГОМЕРНЫХ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО АЛГОРИТМА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КАРТ КОХОНЕНА.	
Герасимова Н.И.	136
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ТОЧНОГО ЛОКАЛЬНОГО МЕТЕОПРОГНОЗА ПОСРЕДСТВОМ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ	
Голубева Ю.А.	138
О ЗАДАЧЕ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ГЕНЕРАЦИИ USE CASE ДИАГРАММ ДЛЯ ИЛЛЮСТРИРОВАНИЯ ТЕКСТОВ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ	
Крайванова В.А.	140
РЕГИСТРАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА	
Погребной В.Ю.	142
ПРИМЕНЕНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ АЛГОРИТМА СЕГМЕНТАЦИИ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	
Власов А.В., Цапко И.В.	144
АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ КОНФИГУРАЦИИ ТРАНСПОНДЕРА БОРТОВОГО РЕТРАНСЛЯЦИОННОГО КОМПЛЕКСА СПУТНИКА СВЯЗИ	
Савенко И.И., Суходоев М.С.	146
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ТКАНИ МИОКАРДРА НА МЕРЦАТЕЛЬНУЮ АРИТМИЮ	
Нгуен Тхи Динь, Огородников А.С.	148

МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ ВЕРОЯТНОЙ ФАЗОЧАСТОТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ С ПОМОЩЬЮ СКАЛЯРНОГО ИЗМЕРЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ	
Зинченко М.В., Залевский, А.А.	150
АНАЛИЗ МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ЗАДАЧЕ ВЫБОРА СКВАЖИН-КАНДИДАТОВ НА ПРОВЕДЕНИЕ ГЕОЛОГО- ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ	
Васильева Е.Е.	152
ОЦЕНКА КПД ВОЛНОВОГО РЕДУКТОРА С МОДИФИЦИРОВАННЫМ ПРОФИЛЕМ ЗУБА	
Степанова Д.Л.	154
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕГМЕНТАЦИИ ТЕКСТОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	
Попова Е.С.	156
РАСЧЕТ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СВОЙСТВ ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ПРОЦЕССА КАТАЛИТИЧЕСКОЙ ДЕПАРАФИНИЗАЦИИ	
Попова Н. В., Белинская Н. С.	158
СТАТИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНИВАНИЯ РАЗЛИЧИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРЕДПРИЯТИЙ РОССИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ЭЛЕКТРОНИКИ И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ	
Новосельцева Д.А.	160
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АППАРАТА НЕЧЕТСКИХ МНОЖЕСТВ ДЛЯ РАССЧЕТА НАДЕЖНОСТИ	
Кармачёв Д.П.	162
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕМАТИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ MODIS И ГИС ПРИ ИЗУЧЕНИИ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ	
Ковалев А.В.	164
ФИЛЬТРАЦИЯ И ОБРАБОТКА СИГНАЛА НА LABVIEW РОМАНОВСКОГО ДАТЧИКА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ	
Кузнецова Е.Ю., Алексеенко З.Н.	166
СИСТЕМА КАЛИБРОВКИ МАГНИТОМЕТРА: ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ УСТРОЙСТВА	
И.И. Булуев	168
СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ МОНТАЖА БОРТОВОЙ КАБЕЛЬНОЙ СЕТИ	
Прокопьев Р. О.	170
ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННОЙ КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ИМПУЛЬСОВ	
Марукян В.М., Фаерман В.А.	172
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПЕРЕКРЫТИЯ ОКОН ДПФ НА ИНФОРМАТИВНОСТЬ ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННОЙ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ ФУНКЦИИ ПРИ АНАЛИЗЕ КОРОТКИХ СИГНАЛОВ	

Фаерман В.А.	174
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ШИРИНЫ ОКНА ДПФ НА ИНФОРМАТИВНОСТЬ ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННОЙ ФУНКЦИИ НА ВЫХОДЕ КОРРЕЛЯТОРА ПРИ АНАЛИЗЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНЫХ СИГНАЛОВ	
Фаерман В.А. Черемнов А.Г.	176
LOCAL COMMUNITY DETECTION COMBINING GRAPH STRUCTURE AND ATTRIBUTES	
Jonas Krautter.....	178
СЕКЦИЯ 3 АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ	
180	
ПСЕВДОЛИНЕЙНЫЙ ПИД-РЕГУЛЯТОР ДЛЯ СИСТЕМЫ ВТОРОГО ПОРЯДКА	
Очиров В.В., Скороспешкин М.В.	181
ПСЕВДОЛИНЕЙНЫЙ НЕЧЕТКИЙ РЕГУЛЯТОР	
Булавко Е.С.	183
AUTOMATIC SYSTEM “SMART GREENHOUSE”	
Kabanov A.A., Nikonova G.V.	185
РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО ПУТЕВОДИТЕЛЯ ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ПО ГОРОДАМ И РЕГИОНАМ РОССИИ	
Якимчук А.В., Петроченко В.Ю.	187
СОЗДАНИЕ И РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА	
Балабенко С.В.	189
УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОСВЯЩЕНИЯ ВЫДВИЖНОЙ КЛАВИАТУРЫ	
Изотов Д. А., Скрипников О. В.	191
УСТАНОВКА СЛУЖБЫ PUSH-УВЕДОМЛЕНИЙ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ КОРПОРАТИВНОЙ МОБИЛЬНОСТЬЮ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ GOOGLE CLOUD MESSAGING	
Буй Нгок Зьонг, Нгуен Ле Тхань Тунг, Кравец А.Г.	193
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СТЕНД ДЛЯ АНАЛИЗА АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМИ РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ СИСТЕМАМИ	
Юров А.В., Серяков П.С.	195
РАЗРАБОТКА УДАЛЕННОГО ОБНОВЛЕНИЯ ПРИЛОЖЕНИЯ НА ANDROID- УСТРОЙСТВЕ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМИ ПРИЛОЖЕНИЯМИ	
Буй Нгок Зьонг, Нгуен Ле Тхань Тунг, Кравец А.Г.	197
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ИНДУКТИВНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ К ПРИБОРАМ АКТИВНОГО КОНТРОЛЯ НА ОПЕРАЦИИ ШЛИФОВАНИИ	
Симоненко К.В.	199
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ	
Верозуб В.Ю.	201
АКУСТИЧЕСКАЯ ЛЕВИТАЦИЯ	

Камышникова О.С.....	203
ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ НАСТРОЙКИ ПИД-РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ ОБЪЕКТОВ С ТРАНСПОРТНЫМ ЗАПАЗДЫВАНИЕМ НА ПРИМЕРЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ УРОВНЯ	
Цавнин А.В. Курганов В.В.....	205
СВЕТОФОР X-ОБРАЗНОГО ПЕРЕКРЕСТКА НА ЛОГИКЕ	
Орлов Э.Е.	207
РЕГУЛЯТОР ВЛАЖНОСТИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЙ НЕОБХОДИМЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВЛАЖНОСТИ В ИНКУБАТОРЕ	
Наумовская А.А.....	209
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ	
Лазарев В.А., Мисевич П. В.	211
ПСЕВДОЛИНЕЙНАЯ КОРРЕКЦИЯ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ	
Захаренко И.Е., Сипкова Н.С., Скороспешкин В.Н.....	213
СИСТЕМА ОТСЛЕЖИВАНИЯ БРАКА НА ПРОИЗВОДСТВЕ НА ОСНОВЕ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ	
Орлов К.Е., Нефедов В.Д., Попов В.В.	215
ФОРМИРОВАНИЕ УРАВНЕНИЙ КИНЕМАТИКИ КРЫЛЬЕВ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ	
Яковлев А.С.	217
МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ И ИХ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ	
Мартемьянов Д.Б., Крутько С.К.	219
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ДЛЯ МОНИТОРИНГА ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА НА НАЛИЧИЕ ВЗРЫВООПАСНЫХ И ЯДОВИТЫХ ГАЗОВ	
Демичев А.П., Щелканов А.И.....	221
РАЗРАБОТКА ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ С ВОДЯНОЙ РУБАШКОЙ	
Бутузов Д.В.....	223
АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ КИНЕМАТИКИ РАЗОМКНУТЫХ МАНИПУЛЯЦИОННЫХ МЕХАНИЗМОВ	
Яковлев А.С.	225
РАЗРАБОТКА РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПО СИСТЕМЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ – АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ	
Бологов А. А.	227
РАЗМЕЩЕНИЕ ВЕЩЕСТВЕННОГО ИНТЕРВАЛЬНОГО ДОМИНИРУЮЩЕГО ПОЛЮСА САУ С ИНТЕРВАЛЬНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ МЕТОДОМ ДЕЛЕНИЯ ПОЛИНОМОВ	

Хожаев И.В.	229
СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ КЛИМАТА ТЕПЛИЦЫ	
Петровская С.П., Осипова К.А.	231
НАВИГАЦИЯ АВТОНОМНЫХ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	
Катков В.В., Тептюк А.Д., Дмитриев И.О.	233
ИНСТРУМЕНТЫ ПОДДЕРЖКИ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ РЕИНЖИНИРИНГЕ СИСТЕМ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ	
Зебзеев А.Г., Рыбаков Е.А.	235
СИСТЕМЫ СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ SEMANTIC WEB	
Терехин Д.Э.,	237
АЛГОРИТМ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ РЕДУКЦИЕЙ СКОРОСТИ В ANSYS MAXWELL	
Кремлёв И.А., Гилев В.А., Зеленин М.В.	239
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ S-ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ДОСТОВЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	
Залевский А.А., Зинченко М.В.	241
ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМИЗАЦИИ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ИНТЕРФЕЙСА НА ПРИМЕРЕ ПРИЕМО-СДАТОЧНОГО ПУНКТА	
Бояринова А.С.	243
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ОБЕЗВЕШИВАНИЯ КРЫЛЬЕВ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ПРИ НАЗЕМНЫХ ИСПЫТАНИЯХ	
И. А. Маркелов	245
ЭХОЛОКАЦИЯ В ОБЛАСТИ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ	
Тептюк А. Д., Катков В. В., Дмитриев И. О.	247
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ КАНАЛА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ КОНТРОЛЛЕРА МЕСТНОГО ПУНКТА УПРАВЛЕНИЯ	
Дериглазов А. А., Павлов В. М., Меркулов С. В.	249
ПРИМЕНЕНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В РАЙОНАХ С ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕМ	
Петрусёв А. С.	251
МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИМИ КОСМИЧЕСКИМИ АППАРАТАМИ	
Зюзина В. И., Космынина Н. А., Князькин Ю.М.	253
СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ НАСОСОМ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ УРОВНЯ ВОДЫ В ЕМКОСТИ	
Овчинникова А. П.	255

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОАКТИВНОГО ПОЛИМЕРА ПОЛИАНИЛИНА КАК ЭЛЕМЕНТА ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРИВОДА	
Стучков А.В.	257
СОЗДАНИЕ КОМПОНЕНТНОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА РАЗВЕРТЫВАНИЯ КРЫЛА СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ В СРЕДЕ MATLAB	
Майков С.А.	259
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ФУНКЦИИ НАГРЕВАТЕЛЯ ЭКСТРУДЕРА	
Тхан В.З., Берчук Д.Ю.	261
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ	
Гиберт И.А., Фадеев А.С.	263
КОНСТРУИРОВАНИЕ ОРИЕНТИРУЮЩЕЙ И ПОЗИЦИОНИРУЮЩЕЙ ЧАСТЕЙ МАНИПУЛЯТОРА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПРОКОЛА ВЕНЫ	
Трапп С.А.	265
МЕТОДЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ДВИЖУЩЕГОСЯ ОБЪЕКТА С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНДУКТИВНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ	
Е.А. Погадаев.....	267
РАЗРАБОТКА ПОДОГРЕВАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ТЕХНИКИ, УПРАВЛЯЕМОЙ ПРОГРАММНЫМ КОНТРОЛЛЕРОМ	
Кабанец А.А., Фицнер А.Ф., Ильин М.С.	269
МОНОКОЛЕСО КАК РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ПЕРСОНАЛЬНОГО СРЕДСТВА ПЕРЕДВИЖЕНИЯ	
Дмитриев И.О., Тептюк А.Д., Катков В.В.	271
РАЗРАБОТКА ЕДИНИЧНОГО СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ВЫСОТЫ ПРУЖИНЫ ПОД НАГРУЗКОЙ НА ПРЕССЕ П-50 ДЛЯ ОАО «ЖЕЛДОРРЕММАШ»	
Ильина Н.Л.....	273
РЕАЛИЗАЦИЯ И НАСТРОЙКА ПИД РЕГУЛЯТОРА НА МАКЕТЕ СТЕНДА ПОД УПРАВЛЕНИЕМ МК ATMEGA 16	
Черных А.А.	276
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА «SIBAUTOCLEAN»	
Кибизов А.Е., Ильин М.С., Фицнер А.Ф.	278
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ В ЦЕЛЯХ АВТОМАТИЗАЦИИ И КОНТРОЛЯ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ	
Кузнецов А.И., Сурков А.В.	280
СИНТЕЗ РЕГУЛЯТОРА СИСТЕМЫ ПРИВЕДЕНИЯ ДИФФЕРЕНТА НЕОБИТАЕМОГО ПОДВОДНОГО АППАРАТА К НУЛЮ В РЕЖИМЕ ЗАВИСАНИЯ В УСЛОВИЯХ ИНТЕРВАЛЬНОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПАРАМЕТРОВ	
Хожаев И.В.	282

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ «ДАТЧИК-ТРУБОПРОВОД» ПРИ РАСПОЛОЖЕНИИ ДАТЧИКА НА ТОРЦЕВОЙ СТЕНКЕ ТРУБЫ	
Мамонова Т. Е., Овчаров А. Э.	284
МОДЕЛЬ БЕСПИЛОТНОГО АВТОМОБИЛЯ	
Тепляков А. Б., Григоришин И. С., Александрова Т. В.,	286
АДАПТАЦИЯ НАСТРОЕЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ РЕГУЛЯТОРА УРОВНЯ ВОДЫ В ПАРОГЕНЕРАТОРЕ КОТЛОАГРЕГАТА	
Фирсов И.С.	288
СТАЦИОНАРНАЯ АКУСТИЧЕСКАЯ КАМЕРА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ	
Рыбаков Е.А., Стариков Д.П.	290
ИНТЕРАКТИВНЫЕ ДИСПЛЕИ ДЛЯ УЧЕБНЫХ АУДИТОРИЙ	
Чайбар А.А.	292
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМИЧЕСКОГО И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ШАГАЮЩИМ РОБОТОМ	
Д.Н. Репин.....	294
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОМ ДЛЯ РЕГЛАМЕНТА - РОБОТРАФФИК	
Репин Д.Н.	296
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ	
Андреев Д.И.	298
СИСТЕМА МОДЕРНИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННО ИЗГОТОВЛЕННЫХ УСТРОЙСТВ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА С РЕАЛИЗАЦИЕЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО И УДАЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ	
Куценко В.Н.	300
РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ПРОСТРАНСТВА СОСТОЯНИЙ СИСТЕМЫ В СРЕДЕ МАТНСАД	
Юэ Цюцзе, Лань Гунбо.....	302
АЛГОРИТМ ФОРМИРОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ГЕОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ	
Савельев А.О.....	304
АЛГОРИТМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭФФЕКТА ОТ ПРОВЕДЕНИЯ ГЕОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ	
Савельев А.О.....	306
ОСОБЕННОСТИ АЛГОРИТМА ПОИСКА ОБРАЗУЮЩИХ ПОЛИНОМОВ ДЛЯ ЦИКЛИЧЕСКИХ КОДОВ, ИСПРАВЛЯЮЩИХ ПАКЕТНЫЕ ОШИБКИ	
Мыцко Е.А.	308
РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ПОИСКА ОБРАЗУЮЩИХ ПОЛИНОМОВ ДЛЯ ЦИКЛИЧЕСКИХ КОДОВ, ИСПРАВЛЯЮЩИХ ПАКЕТНЫЕ ОШИБКИ	
Мыцко Е.А.	310

ПРИМЕРЫ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМА ПОИСКА ОБРАЗУЮЩИХ ПОЛИНОМОВ ДЛЯ ЦИКЛИЧЕСКИХ КОДОВ, ИСПРАВЛЯЮЩИХ ПАКЕТНЫЕ ОШИБКИ	
Мыцко Е.А.	312
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАПУСКА ИЛИ РАБОТЫ ПРИЛОЖЕНИЯ В ВИРТУАЛЬНОЙ МАШИНЕ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА КОНФИГУРАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА РСІ УСТРОЙСТВ	
Черемнов А.Г.	314
ПРИЁМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ МАШИН ПУТЁМ АНАЛИЗА ПАРАМЕТРОВ ОКРУЖЕНИЯ	
Черемнов А.Г.	316
ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ С ПОМОЩЬЮ БИБЛИОТЕКИ OPENMP	
Надыршин С.В, Гелеверя А.И., Крякушина Ю.А., Фоминых Т.А., Щурихина К.В., Аксёнов С.В.	318
РЕАЛИЗАЦИЯ УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ ПРАВИЛЬНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ СИНХРОНИЗАЦИИ И ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ ЗАЩИТЫ УСТАНОВКИ ТОКАМАК КТМ	
Мыцко Е.А., Мальчуков А.Н.	320
ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ МАГНИТОМЕТРА НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТА ХОЛЛА	
Е.А. Федоров.....	322
ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВА ИТЕРАЦИЙ МИГРАЦИИ ПИКСЕЛЕЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ АЛГОРИТМА СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЯ КМСС	
Костин К.А., Аксёнов С.В.	324
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ РИСКОВРАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ	
Д.А. Завьялов	326
МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ СИСТЕМЫ	
Ю.С. Ризен	328

СЕКЦИЯ 1
МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ СИСТЕМЫ,
КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ И
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

КОНЦЕПЦИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ГИБРИДНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Погребной А. В.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики,
avpogrebnoy@gmail.com

С развитием информационных технологий, создание и внедрение систем, функционирующих в режиме реального времени, приобрело массовый характер. Такие системы находят применение в самых разных областях. Назовём некоторые из них:

- управление техническими объектами и технологическими процессами (энергоблоки, реакторы, прокатные станы, конвейеры, производственные процессы);
- функции мониторинга, диспетчерского управления и оповещения (сеть гидрометеостанций, охрана лесов, сенсорные сети, экологический контроль);
- навигация и управление подвижными объектами (транспортные средства, летательные аппараты, необитаемые подводные аппараты);
- сервисное обслуживание (платежные системы, оказание услуг, социальные сети).

Системы для приведенных примеров объединяет то, что динамика их функционирования обусловлена тесным взаимодействием с внешней средой. Информация, поступающая в систему из внешней среды, должна обрабатываться и в виде результата возвращаться во внешнюю среду за ограниченное время. При этом масштаб времени в системе и внешней среде совпадает и соответствует реальному (календарному) времени. Такие системы выделены в отдельный класс систем реального времени [1].

В зависимости от последствий, которые наступают при нарушении ограничений реального времени, системы делят на жесткие и мягкие. В жестких системах, нарушения расцениваются как неисправность системы, в мягких – как снижение качества. Принято считать, что независимо от жесткого или мягкого варианта разрабатываемой системы, расчёт временных характеристик проще вести, рассматривая систему в жестком варианте, а по результатам расчёта оценивать соответствие техническому заданию.

Известные методы расчёта временных характеристик определяют локальные оценки и не могут дать полное представление о динамике функционирования системы в целом [1]. Методы имитационного моделирования здесь также неприемлемы из-за большой трудоёмкости разработки моделей. Для решения этой проблемы нужны экономичные и эффективные аналитические методы.

Важные результаты в этом направлении были получены в составе технологии структурного моделирования (SML-технологии) [2]. Они требуют развития, учитывающего современные возможности организации взаимодействия

системы с внешней средой. Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

- построение структурной модели системы;
- формализация процесса смены состояний модели системы в дискретные моменты времени;
- вычисление траектории смены состояний модели для совокупности параметров системы;
- анализ траектории смены состояний с целью вычисления временных характеристик и их соответствия требованиям технического задания.

Проектирование программных систем реального времени является сложной проблемой и требует от разработчиков проекта высокой квалификации. Это обусловлено рядом особенностей, характерных для систем данного класса. В таких системах прикладные задачи, как правило, имеют функциональное и территориальное распределение, которое отражает распределённость внешней среды. Это неизбежно приводит к сетевому варианту построения системы, что усложняет организацию взаимодействия между задачами.

На эти взаимодействия накладываются условия взаимодействия системы с внешней средой. Динамика событий, происходящих во ней, непосредственно устанавливает условия запуска задач в системе и требования к своевременному отклику. Таким образом, алгоритм функционирования системы должен постоянно адаптироваться не только к изменениям, происходящим внутри системы, но и во внешней среде. Такие условия функционирования системы требуют от разработчика проекта уделять самое пристальное внимание анализу гарантированного выполнения прикладных задач при соблюдении ограничений реального времени.

Что касается традиционных требований к разработке программного обеспечения (ПО) систем, таких как гибкость, масштабируемость, отказоустойчивость, эффективность, то для рассматриваемого класса систем необходимость соблюдения этих требований возрастает.

Приступая к созданию системы, разработчик проекта не в состоянии изначально спроектировать вариант системы, который реализует поставленные цели и отвечает необходимым требованиям и качеству. Поэтому при разработке системы приходится применять эволюционный подход, основанный на итерационном процессе совершенствования модели системы. Согласно этому подходу на первом шаге разрабатывается модель базового представления состава компонентов системы и отношений между ними, на основе которой программируется исходная

исполняемая функциональная модель. Результаты исполнения модели проверяются на соответствие базовому представлению и принимаются решения по расширению модели и соответствующей программной реализации. В новых моделях более полно учитываются задачи прикладных функций и требования к системе, а также уточняются детали их реализации.

Аналогично выполняются все последующие итерации эволюционного процесса. Цель каждой из них – получение рабочей версии ПО системы, включающей функциональность всех предыдущих и текущей итерации. Результат финальной итерации должен содержать всю требуемую функциональность ПО системы.

Модель базового представления системы на каждой итерации также расширяется и уточняется. Основное назначение модели – представление структурной составляющей семантики текущего состояния проекта системы. Такая модель позволяет разработчику воспринимать проект в целом и принимать решения по его расширению и совершенствованию

Применительно к разработке систем рассматриваемого класса, использование эволюционного подхода имеет свои особенности. Они обусловлены спецификой функционирования таких систем и требованиями к качеству их работы. Выделим наиболее существенные из этих специфик и требований:

- большая неопределенность относительно финального состояния проекта системы как по архитектуре, так и динамике функционирования;
- динамика взаимодействия объектов внешней среды и системы регламентируется лишь частично и сопровождается непредсказуемыми моментами наступления событий;
- функционирование системы происходит в виде выполнения совокупности параллельных взаимодействующих процессов, что приводит к необходимости решения сложных задач синхронизации;
- повышенные требования к надежности и отказоустойчивости системы, что вынуждает разрабатывать средства автоматической реконфигурации системы.

Каждая из этих специфик, при проектировании системы требует решения проблем структуризации и анализа динамики функционирования. Решение данных проблем выполняется разработчиком проекта вручную, пользуясь моделью базового представления системы. Модель не является конструктивной и в данном случае применяется лишь как средство, удобное для визуального восприятия структуры системы. На такой модели нет возможности устанавливать зависимости между характеристиками системы и параметрами её компонентов.

Необходимость замены неконструктивной модели на конструктивную очевидна. Нужна

модель, которая сохраняет удобства визуального восприятия структуры системы и даёт возможность аналитическими методами определять характеристики системы и выполнять анализ динамики её функционирования. Такая модель названа структурной и представляется двудольным графом на языке структурного моделирования (SML) [2]. При этом в визуальные и функциональные возможности языка вносятся необходимые расширения.

В докладе предложена новая концепция применения структурного моделирования при разработке программных систем, функционирующих в реальном времени. Согласно этой концепции, разработка проекта системы ведется на основе эволюционного развития двух моделей – структурной (СМ) и функциональной (ФМ). Разработка ФМ отличается от обычного процесса программирования функционала системы внесением меток модульной структуризации проекта и соответствует получению исполняемой версии ПО текущего варианта системы. СМ строится одновременно с разработкой ФМ в соответствии с метками по правилам языка SML и визуально представляется двудольным графом.

На любом этапе эволюции ФМ может быть исполнена, а СМ использована для решения проблем синхронизации и анализа динамики работы системы с целью внесения в неё структурных и функциональных изменений. При структурном моделировании, большинство решений по эволюции проекта являются структурными и принимаются с помощью СМ. Поэтому, для разработчика проекта, СМ выступает в роли «путеводителя» при поиске приемлемого варианта системы, а ФМ – в роли «эксперта», оценивающего решения на очередной итерации проекта. В этой гибридной схеме моделирования на СМ возложена визуальная и аналитическая составляющие, а на ФМ – имитационная.

В целом, применение гибридной схемы моделирования даёт возможность параллельно с разработкой ПО системы оценивать качество её работы, что позволяет оптимизировать процесс развития проекта и снизить трудоёмкость и риски при его реализации. В будущих исследованиях по гибриднему моделированию важно установить необходимый уровень соответствия между СМ и ФМ, а также степень влияния результатов аналитического и имитационного моделирования на достижение целей проектирования.

Список литературы

1. Гома Х. UML. Проектирование систем реального времени, параллельных и распределенных приложений: М.: ДМК Пресс, 2011
2. Погребной Ан.В., Погребной Д.В., Погребной В.К. Уравнения динамики функционирования СРВ, представленной на языке SML. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. – 120 с.

ПРИМЕНЕНИЕ СОБЫТИЙНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА К ПОСТРОЕНИЮ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ВРЕМЕНИ ОБРАБОТКИ СОБЫТИЯ

Пономарева А.В., Шамин А.А.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
apon1993@gmail.com

Введение

Событийно-ориентированное программирование – парадигма программирования, в которой выполнение программы определяется событиями – действиями пользователя (клавиатура, мышь), сообщениями других программ и потоков, событиями операционной системы. Это способ написания кода программы, в котором можно выделить главный цикл, тело которого состоит из выбора события и его обработки [1].

Некоторые примеры областей, в которых оправдано применение событийного подхода к созданию программ:

- построение пользовательских интерфейсов (в том числе графических интерфейсов);
- параллельные вычисления;
- создание серверных приложений;
- автоматические и автоматизированные системы управления;
- создание игр, в которых необходимо управлять множеством объектов;
- и др.

Структура событийно-ориентированной программы

Событийно-ориентированные программы имеют типовую структуру (рис. 1), состоящую из трёх частей: секции инициализации программы, цикла выборки-обработки событий и завершающей секции программы.

Входными данными цикла обработки событий служат: очередь событий (S_1, S_2, \dots, S_n); таблица обработчиков событий (P_1, P_2, \dots, P_m).

Очередь событий имеет переменный размер, зависящий от скорости возникновения событий. Таблица обработчиков событий содержит указатели на процедуры обработки событий.

После извлечения события из очереди следует процесс поиска обработчика данного события. Если для полученного события не найден соответствующий обработчик, то оно игнорируется. Если обработчик найден, то событие обрабатывается.

Если очередь событий пуста, то программа переходит в режим ожидания и находится в этом режиме до возникновения события в очереди событий. В режиме ожидания программа, как правило, не потребляет ресурсов процессорного времени. Таким образом, если микропроцессорная система выполняет несколько задач, запрограммированных согласно событийно-

ориентированной парадигме, то процессорное время будет тратиться только на те из них, которые в данный момент обрабатывают события. Это неоспоримое достоинство событийно-ориентированного подхода к построению программного обеспечения, позволяющее рационально использовать ресурс процессорного времени.

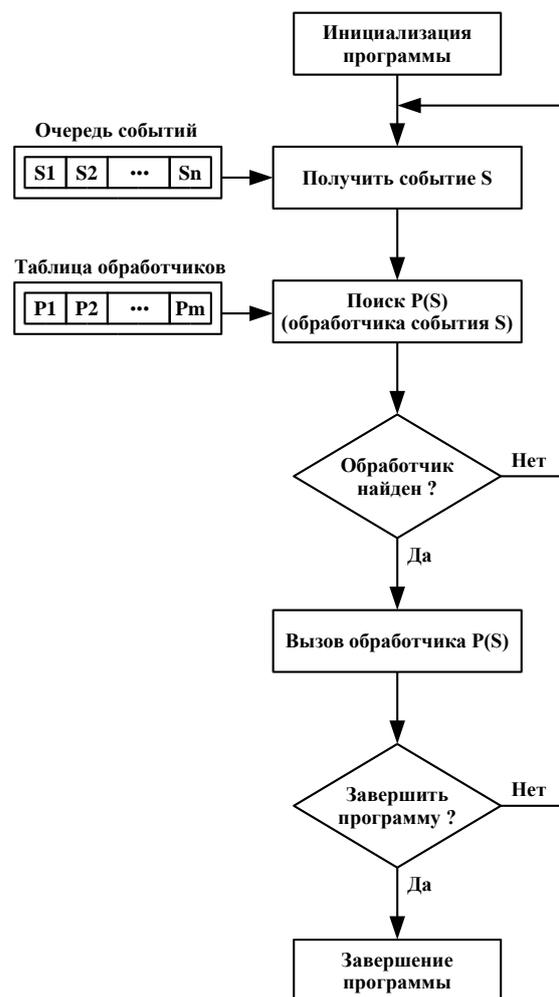


Рис. 1. Типовая структура событийно-ориентированной программы

Модификация структуры событийно-ориентированной программы

К недостаткам рассматриваемого подхода относится невозможность обработки событий, требующей длительного времени. Это обусловлено тем, что пока обрабатывается одно событие, программа не реагирует на другие возникшие

события. В результате увеличивается время отклика программы на возникшее событие и, как следствие, возникает опасность переполнения очереди событий. Подобная проблема возникает, например, при приеме большого файла или запуске внешнего процесса, ожидание завершения которого занимает достаточно большое время.

Часто устранить этот недостаток возможно, если обработчик события, требующего длительной обработки, построить по принципу конечного автомата (рис. 2) [2].

Предположим, что нам требуется по приему некоторого события S , запустить процесс P , затем дожидаясь завершения процесса P . В таком случае состояния обработчика будут следующими: готовность обработчика (*ready*), ожидание завершения процесса P (*wait*), завершение обработки процесса P (*done*).

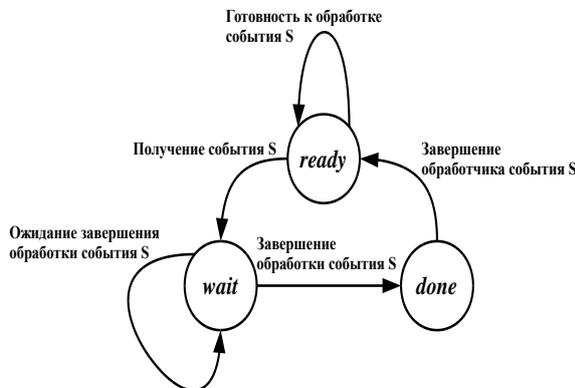


Рис. 2. Граф состояний конечного автомата обработки событий

Введем событие *idle*, которое периодически генерируется по таймеру с определённым периодом. При возникновении события S обработчик данного события P_s переходит из состояния *ready* в состояние *wait*. Обработчик события *idle* вызывает методы проверки окончания состояния ожидания для всех обработчиков $P_1 \dots P_m$, находящихся в состоянии *wait*.

Если процесс P обработки события S в обработчике P_s завершился, то обработчик P_s переходит из состояния *wait* в состояние *done*, «обработка события S завершена». Затем обработчик P_s вновь переходит из состояния *done* в состояние *ready*.

Модифицированная структура событийно-ориентированной программы представлена на рис. 3. От структуры программы, представленной на рис. 1, данная структура отличается наличием источника событий *idle* (таймером) и наличием обработчика событий *idle* (*Pidle*).

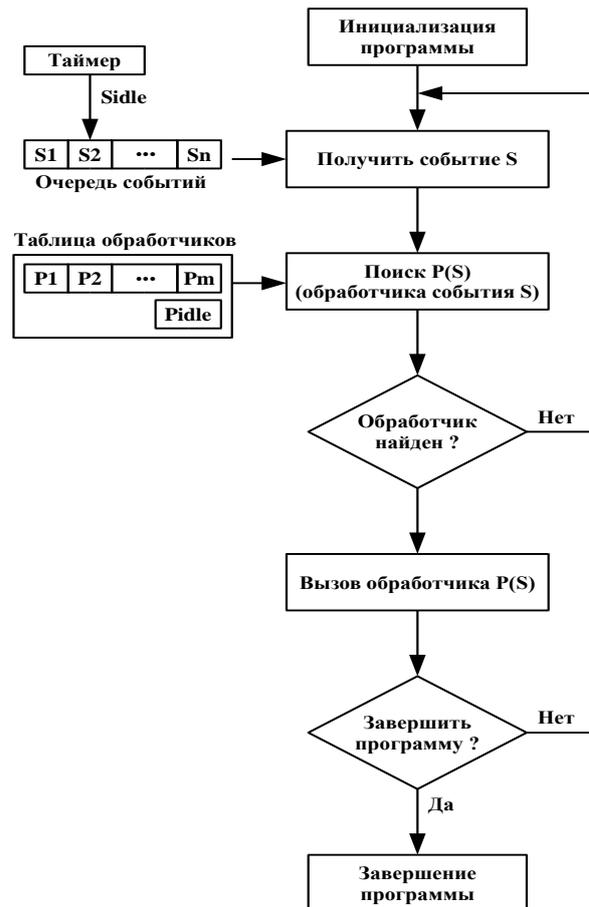


Рис. 3. Модифицированная структура событийно-ориентированной программы

Заключение

Предложенный подход к построению обработчиков событий по принципу конечного автомата апробирован в нескольких программах на языке C++. В результате апробации выявлено, что данный подход является рациональным при построении программного обеспечения для обеспечения пользовательского интерфейса на встраиваемых устройствах.

Список использованных источников

1. Событийно-ориентированное программирование. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bourabai.ru/alg/sop.htm>, свободный (дата обращения: 19.10.2015).
2. Туккель Н.И., Шалыто А.А. Программирование с явным выделением состояний // Мир ПК. - 2001. - №9 - С. 132-138

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УМНОГО ДОМА

Ракитин Д.А., Железнов А.А., Коцубинский В.П.

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
ConterDen2@gmail.com

Введение

Умный дом — интеллектуальное домашнее пространство, организованное для комфортного проживания людей при помощи автоматизации и высокотехнологичных устройств. Под «умным» домом следует понимать систему, которая обеспечивает ресурсосбережение, удобство и безопасность для всех пользователей. В простейшем случае она должна быть способна распознать конкретные ситуации, происходящие в доме, и отреагировать на них соответственно заданным сценариям.

Технологии передачи данных

Принято считать, что это наиболее совершенная на данный момент концепция взаимодействия человека с жилым пространством, когда в автоматизированном режиме в соответствии с внешними и внутренними условиями задаются и отслеживаются режимы работы всех инженерных систем и электроприборов.

Еще в далеком 1995 году разработчики технологий Java предрекали для этой технологии большое будущее - увеличение интеллекта бытовых приборов. В наши дни такие крупнейшие компании, как Miele и Siemens, уже выпускают на рынок бытовую технику с возможностью интеграции в «умный дом». Также с 2012 года к масштабной разработке устройств для такого рода систем присоединилась компания Panasonic.

Основной особенностью интеллектуального домашнего пространства является объединение отдельных подсистем различных производителей в единый управляемый комплекс.

Таким образом, основной проблемой реализации системы «Умный дом» является соединение всех подсистем в единую систему параметров, а также обеспечение максимального удобства пользования, для чего необходимо тщательно выбирать технологию передачи данных в зависимости от необходимых требований к ней. Обзор технологий передачи данных приведен в таблице 1.

Системы умного дома

Для решения задач домашней автоматизации существует множество различных решений. Существуют как полностью готовые продукты, так и отдельные устройства, предоставляемые различными производителями. Конечный пользователь может выбрать наиболее подходящую для своих задач. В таблице 2

представлены три системы домашней автоматизации от разных производителей.

Таблица 1 – Технологии передачи данных

	Скорость передачи	Максимальное количество устройств	Максимальное расстояние
X10	50 бит/с	256	~100 м
Micro LAN	до 115.2 Кбит/с	$2e^{56}$	300 м
RS232	19.2 Кbps для 15 м	1 передатчик 1 приемник	~15.25 м при 19.2 Кbps
RS485	10 Mbps для 15 м	32 передатчика 32 приемника, 255	~15 м при 10 Mbps
RS422	10 Mbps для 15 м	5 передатчиков 10 приемников на 1 передатчик	~1220 м при 100 Кbps
One-Net	38.4-230.4 Кбит/с	2^{12}	100 (500)
ZigBee	20/40/250 Кбит/с	255	30 (100)
Z-Wave	9,6 Кбит/с	232	40 (60)
KNX RF	16,384 Кбит/с	58000	30 (100)
Wi-Fi	54 Мбит/с		
USB	до 5 Гбит/с	127	До 5 метров

Таблица 2 – Сравнение систем умного дома

	Шина	Контроллер
TAIYITO	ZigBee	ARM5
HDL	KNX	DMX-контроллер
Zipato	KNX	ARM96

Таблица 2 – Продолжение

	Интерфейсы	Цена, 2014 г.
ТАЙУТО	ZigBee, IrDA, RJ-45, Wi-Fi, RS485, Сухие контакты	48 т.р.
HDL	RJ-45, IrDA, Сухие контакты, Wi-Fi, KNX, DMX512	180 т.р.
Zipato	Ethernet, Z-Wave, ZigBee, USB, RS-232-485, KNX	80 т.р.

Сценарии умного дома реализуются при помощи экспертных систем. Экспертные системы – одно из многих направлений в области инноватики и искусственного интеллекта, связанное с созданием вычислительных систем, которые умеют самостоятельно принимать решения, схожие с мнениями экспертов в заданной предметной области.

Обычно экспертные системы разрабатываются для поиска решений задач в специализированных системах узкого направления. Экспертные системы были первыми разработками, которые получили известность и привлекли внимание к области искусственного интеллекта.

Основными факторами, влияющими на поведение «умного дома» являются: время суток, время года, присутствие человека внутри дома и информация о комнате/комнатах, в которой наблюдается активность. Получив эти данные, экспертная система, ссылаясь на базу правил, оптимально подберет те или иные сценарии для работы своих составляющих. К таковым относятся: система управления светом, отоплением, охранная система, кондиционеры и розетки.

Самонастройка и самообучение интеллектуального домашнего пространства становится возможным благодаря нейронным сетям.

Искусственная нейронная сеть — своего рода математическая модель, а также её программное воплощение, построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей — сетей нервных клеток живого организма. Фактически, нейронная сеть представляет собой систему соединённых и взаимодействующих между собой простых процессоров, которые обычно довольно просты, особенно в сравнении с процессорами, используемыми в персональных компьютерах. Каждый процессор подобной сети имеет дело только с сигналами, которые он периодически получает, и сигналами, которые он периодически посылает другим процессорам. И, тем не менее, будучи соединёнными в достаточно большую сеть

с управляемым взаимодействием, такие локально простые процессоры вместе способны выполнять довольно сложные задачи.

Нейронные сети не программируются в привычном смысле этого слова, они обучаются. Возможность обучения — одно из главных преимуществ нейронных сетей перед традиционными алгоритмами. Технически обучение заключается в нахождении коэффициентов связей между нейронами. В процессе обучения нейронная сеть способна выявлять сложные зависимости между входными данными и выходными, а также выполнять обобщение. Это значит, что в случае успешного обучения сеть сможет вернуть верный результат на основании данных, которые отсутствовали в обучающей выборке, а также неполных и/или «зашумленных», частично искаженных данных.

Список использованных источников

1. Система домашней автоматизации ТАЙУТО. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/246135/>, свободный (дата обращения: 10.10.2015).
2. Гаврилов А.В. Искусственный Домовой. – М.: Искусственный интеллект и принятие решений – 77-89 с.
3. Знакомство с системой домашней автоматизации HDL. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/241347/> свободный (дата обращения: 10.10.2015)

ЭКСПЕРИМЕНТ ПО УВЕЛИЧЕНИЮ КОЛИЧЕСТВА ВХОДОВ НЕЙРОСЕТЕВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ, ПОСТРОЕННОГО НА ОСНОВЕ ЭЭГ

Михайлов А.Г., Апальков А.Ю., Боршевников А.Е

Научный руководитель: к.ф.-м.н., доцент, С.М. Гончаров
Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток
quantum722@gmail.com

Введение

В настоящее время биометрия, как отрасль науки, развивается в нескольких направлениях, каждое из которых имеет свое предпочтительное аппаратное и программное обеспечение. Одним из направлений развития являются биометрические методы аутентификации человека. Привлекательной в данной области является такая биометрическая характеристика, как электроэнцефалограмма (ЭЭГ).

Стоит выделить положительные черты данной характеристики. Данные электроэнцефалограммы конфиденциальны, эти данные крайне сложно подделать; снятие ЭЭГ возможно на расстоянии не более 0,001 м от головы, что обеспечивает дополнительную защищенность от перехвата злоумышленником и невозможность незаметного для пользователя съема данных.

Данные ЭЭГ используются для генерации уникального ключа пользователя. Одним из вариантов выработки такого ключа является использование нейросетевых преобразователей «Биометрия — код доступа», описанных в линейке стандартов ГОСТ Р 52633 [1].

Формирование базы ЭЭГ

Ранее уже проводились исследования по использованию ЭЭГ в качестве биометрической характеристики для нейросетевого преобразователя "Биометрия - код доступа". Была построена модель такого преобразователя, построенного на основе ЭЭГ зрительных вызванных потенциалов [2]. Для выделения визуального вызванного потенциала использовалась стимуляция из поочередно меняющихся цифр от "0" до "9". Пользователь выбирал одну или несколько цифр и при их появлении концентрировался на них. Этот набор цифр считался мысленным паролем.

У работы данной модели существует недостаток в том, что для выделения вызванного потенциала требуется внешняя стимуляция. Устранить этот недостаток можно, проводя эксперименты без дополнительной стимуляции. В данном исследовании было решено использовать в качестве входных данных параметры ЭЭГ, полученные при проведении экспериментов с движением глаз при сомкнутых веках. Заметим, что разные виды работы глазных мышц неплохо распознаются на ЭЭГ.

Приведем краткое описание эксперимента. Для простоты синхронизации при проведении

испытаний использовалась звуковая стимуляция метрономом с интервалом 2 секунды. Запись данных производилась в течение 8 секунд. На каждый удар метронома испытуемый фиксировал глаза в определенном положении (влево – вправо – вверх – вниз). Движение глаз производилось с закрытыми веками. Последовательность движений глаз составляет пароль. Для построения модели преобразователя была сформирована база ЭЭГ из 10 образов, по 20 записей на каждый образ. Один из 10 образов был выбран как образ «свой», остальные 9 образов – «чужой».

Полученные результаты

Используемая в данном исследовании для снятия ЭЭГ нейрогарнитура имеет 14 электродов, поэтому изначально было решено использовать 14 входов у нейросетевого преобразователя. Структурой данного преобразователя выбрана двухслойная нейронная сеть сигмоидального типа. Количество нейронов первого слоя равно 320, второго – 256. То есть длина двоичного выходного ключа – 256 бит.

Ранее проводимые исследования показали, что использование дискретного преобразование Фурье улучшает характеристики работы преобразователя. Поэтому перед подачей данных на вход преобразователя к сигналу ЭЭГ применялось быстрое преобразование Фурье [3]. После данного преобразования мы получаем набор комплексных коэффициентов a_{ij} , где i – номер электрода, с которого снята ЭЭГ. Среди данных коэффициентов выбираются удовлетворяющие условию: $15^\circ \leq \arg a_{ij} \leq 90^\circ$. Наложив это условие, мы подразумеваем, что анализируем только неубывающие всплески ЭЭГ. Затем модуль полученных значений умножается на косинус аргумента. По каждому информационному каналу ЭЭГ полученные значения $v_{ij} = |a_{ij}| \cos(\arg a_{ij})$ сортируются по убыванию. Экспериментально было установлено, что для корректной работы преобразователя входные данные достаточно сформировать, используя $j = 10$ максимальных значений v_{ij} по соответствующему каналу ЭЭГ с номером i . Поэтому на вход преобразователя было

$$q_i = \sum_{j=1}^{10} v_{ij} * w_{ij}$$

где v_{ij} – отсортированные по убыванию полученные ранее значения, w_{ij} – вычисленные по

стандарту весовые коэффициенты первого слоя для
 о Автомат обучения первого и второго слоя
 преобразователя построен по ГОСТ Р 52633.5.
 т После построения модели преобразователя
 были проведены исследования по его работе. Для
 всех образов «свой» преобразователь безошибочно
 восстанавливал ключ. Результаты исследования по
 получению злоумышленником секретного ключа с
 помощью преобразователя при известных весовых
 коэффициентах и при условии знания пароля
 приведены в таблице 1.

щ Таблица 1. Расстояние Хэмминга до секретного
 и ключа пользователя (14*10=140 входов)

Номер пользователя	Расстояние Хэмминга
1	18
2	37
3	118
4	87
5	8
6	125
7	119
8	125
9	125

й Для данной модели общий подход
 формирования данных подаваемых на вход
 преобразователя был такой же, как и в
 исследовании модели, построенной на вызванном
 потенциале [2]. Было решено попробовать
 изменить конструкцию преобразователя, увеличив
 количество входов, и проанализировать работу
 полученного преобразователя.

Наиболее оптимальным на данном этапе
 исследования было выбрано количество входов
 равное 1036, так как при таком количестве не
 придется существенно изменять процедуру
 формирования нейронной сети и ее обучения. В
 итоге у полученной нейронной сети следующие
 характеристики: количество входов – 1036,
 количество нейронов первого слоя – 320, второго
 слоя – 256.

Входные данные формировались следующим
 образом. Была сформирована матрица, состоящая
 из 14 строк, в каждой из которых содержатся
 первые 74 отсортированных значений v_{ij} по
 соответствующему каналу ЭЭГ с номером $i =$
 $1, 14$. Было решено объединить строки
 полученной матрицы в единый вектор, состоящий
 из $1036=14*74$ значений. Этот вектор и подается на
 вход преобразователя.

Автомат обучения первого слоя был изменен,
 исходя из изменившегося формата входных
 данных. Автомат обучения второго слоя остался
 без изменений.

После изменения структуры преобразователя
 были проведены исследования по его работе. Для
 всех образов «свой» преобразователь безошибочно

восстанавливал ключ. Результаты исследования по
 получению злоумышленником секретного ключа с
 помощью преобразователя при известных весовых
 коэффициентах и при условии знания пароля
 приведены в таблице 2.

Таблица 2. Расстояние Хэмминга до секретного
 ключа пользователя (1036 входов)

Номер пользователя	Расстояние Хэмминга
1	26
2	24
3	82
4	51
5	22
6	44
7	54
8	18
9	93

Заключение

Видно, что для некоторых образов результаты
 работы преобразователя при использовании одной
 и той же базы при увеличении количества входов и
 объема входных данных ухудшились, но общая
 картина работы относительно всех образов базы
 «чужой» стала более стабильной.

Результаты показывают, что увеличение
 количества входов и общего объема входных
 данных улучшает стабильность работы
 нейросетевого преобразователя «Биометрия – код
 доступа», но необходимо дальнейшее
 исследование по выбору наиболее оптимальных
 параметров входных данных для улучшения
 характеристик работы преобразователя.

Список литературы

1. Защита информации. Техника защиты информации. Автоматическое обучение нейросетевых преобразователей биометрия - код доступа: ГОСТ Р 52633.5-2011. – Введен впервые; Введ. 01.12.2011. – М.:Стандартинформ, 2012.–20с.
2. Гончаров С.М. Построение нейросетевого преобразователя "Биометрия - код доступа" на основе параметров визуального вызванного потенциала электроэнцефалограммы / С.М. Гончаров, А.Е. Боршевников // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники: Научный журнал. –Томск: Изд-во ТУСУР, 2014. – № 2. – С. 51–55.
3. Лопатеев И.Н. Эксперимент по использованию быстрого преобразования Фурье в преобразователе «биометрия- код доступа» на основе ЭЭГ/ И.Н. Лопатеев, А.Е. Боршевников// Сборник докладов 62-й международной молодежной научно-технической конференции «Молодежь. Наука. Инновации», 18-25 ноября 2014 г. – Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2014. - с. 153-156.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ПЛОТИНЫ

Першин Е.А., Мейта Р.В., Шамин А.А.

Томский политехнический университет, Институт Кибернетики

Введение

Устройство сбора и передачи данных для диагностики состояния плотины «ВАРЯГ» спроектировано с целью мониторинга опасных ситуаций, которые возникают вследствие разрушения плотин либо возникновения стихийных бедствий.

Плотина — это гидротехническое сооружение, перегораживающее водоток или водоём для подъёма уровня воды. Обрушение плотины может повести за собой такие события, как затопление населенных пунктов. В следствие этого, необходимо следить за состоянием плотины, и, в случае достижения критических значений уровня воды, оповещать центр контроля за платиной, который отправит людей для проверки и исправления проблем [1].

Система диагностики состояния плотин состоит из нескольких основных узлов:

- центр сбора данных, на котором присутствуют специалисты, которые должны реагировать на критические ситуации (например, МЧС);
- автономное устройство (контроллер), которое устанавливается на плотину;
- датчики состояния плотины.

Каждый центр сбора данных может собирать информацию с нескольких контроллеров, которые установлены на одной или разных плотинах.

Зачастую, в районе установки контроллера на плотине нет сетей электропитания, поэтому контроллеры имеют автономные режимы работы с аккумуляторным питанием. Каждый контроллер имеет набор датчиков для анализа состояния плотины. Измеренные данные отправляются в центр с заданной из центра периодичностью.

Рассматриваемое устройство, интеллектуальный контроллер «ВАРЯГ», предназначается для контроля состояния плотины путём измерения уровня воды и мониторинга датчиков состояния плотины.

Контроллер «ВАРЯГ»

Контроллер «ВАРЯГ» предназначен для работы в экстремальных условиях, поэтому он выполняется в унифицированном пластмассовом корпусе со степенью защиты от внешних воздействий IP30. [2]

Контроллер «ВАРЯГ» состоит из нескольких основных компонентов. Структурная схема контроллера приведена на рисунке 1:

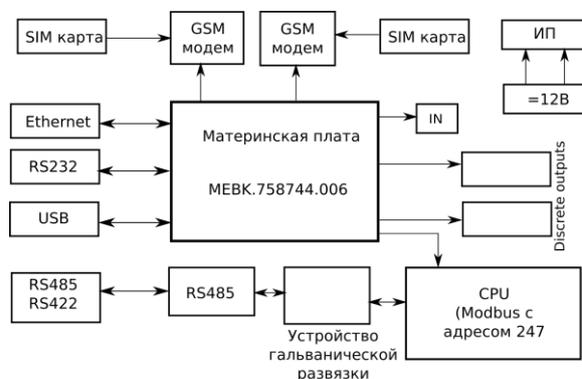


Рис. 1. Структурная схема контроллера «ВАРЯГ»

Плата центрального процессора МЕВК.758744.006 выполнена на базе процессора с ядром Cortex-A8 с установленной ОС Linux. Контроллер управления периферией обеспечивает взаимодействие платы центрального процессора с внешними устройствами, подключенными по интерфейсу RS485/RS422.

Источник питания (ИП) преобразует напряжение питания контроллера (от 9 до 14 В) в напряжение, необходимое для работы.

Аккумулятор устройства обеспечивает автономную работу контроллера в течении недели. Потребляемая мощность не превышает 5 Вт, что показывает энергоэффективность разрабатываемого устройства.

Датчики

К конечному устройству возможно подключение нескольких типов датчиков: модуль измерения расстояния с встроенным глубиномером МВ-110, и модуль, определяющий дискретные сигналы DI-100.

Модуль МВ-110 используется в устройстве для определения расстояния от уровня критического подъема воды до текущего уровня воды. [3]

Модуль DI-100 разрабатывался специально для контроллера «ВАРЯГ». Модуль предназначен для ввода четырех дискретных сигналов и передачи информации по интерфейсу RS-485. Данный модуль используется для определения наличия воды в точке установки датчика.

Каждый измерительный модуль помещен в пластмассовый корпус и имеет защитные характеристики как у контроллера. В материнской плате также имеется поддержка двух внутренних дискретных датчиков, использующихся для служебных целей, таких как определения вскрытия контейнера.

Каналы связи

Устройство имеет поддержку нескольких видов каналов связи. Контроллер имеет такие интерфейсы, как RS232, RS485, USB, Ethernet, GPRS. В качестве каналов связи для обмена данными с центром используются только Ethernet и GPRS каналы. Плата имеет один Ethernet 10/100 порт и два GSM/GPRS модема. Каждый GPRS приемопередатчик поддерживает 2 SIM карты в режиме DSSS. С использованием Ethernet порта можно создать до восьми интернет-каналов связи. В сумме можно создать 12 каналов для передач данных между центром и устройством: 8 Ethernet каналов и 4 GPRS канала.

Протокол передачи данных

Modbus – открытый коммуникационный протокол, основанный на архитектуре ведущий-ведомый (master-slave). Может использоваться для передачи данных через последовательные линии связи RS-485, RS-232, и через сети TCP/IP (Modbus TCP). В разрабатываемом устройстве, через протокол Modbus организована связь между всеми компонентами контроллера (аккумулятор, GPRS-модемы) и подключаемыми устройствами (модули MB-110 и DI-100). Все внутренние компоненты, расположенные на плате, имеют один фиксированный адрес Modbus, равный 247. Каждый подключаемый датчик имеет собственный адрес от одного до 246. [4]

Для передачи данных между центром и устройством используются пакеты формата JSON. JSON — это текстовый формат обмена данными, основанный на JavaScript. Данный формат был выбран, потому что имеет ряд достоинств: простота, компактность, гибкость. [5]

Очень важна компактность пакетов, для возможности передачи данных в центр при медленной скорости каналов связи. Это требуется при использовании GPRS-модемов, которые используются в экстремальных окружениях, потому что отсутствует возможность создания Ethernet соединения в таких условиях.

Сформированный JSON пакет содержит всю необходимую информацию о состоянии устройства и датчиков.

Для уменьшения объема передач данных по сети, пакет архивируется с помощью библиотеки zlib. В случае ошибки при передаче сообщения, или отсутствия каналов связи, пакеты помещаются в базу данных и отсылаются в центр при восстановлении соединения.

Адаптивный алгоритм опроса датчиков

Устройство работает в автономном режиме от аккумуляторной батареи. С целью экономии электроэнергии был разработан адаптивный алгоритм опроса датчиков и формирования сообщений.

Разработанный алгоритм основан на двух положениях: во-первых, наибольшее количество

энергии потребляется при опросе датчиков и передаче данных по каналам связи и, во-вторых, что скорость изменения уровня воды непостоянна во времени.

Во время различных событий (таких как дожди, пробоины в плотине и др.), уровень воды может изменяться значительно быстрее, чем в нормальных условиях. Идея алгоритма состоит в том, что период опроса датчиков и формирования сообщений не постоянный, а зависит от скорости изменения уровня воды. [6]

Использование адаптивного алгоритма позволяет повысить энергоэффективность устройства и снизить объем данных, передаваемых по каналам связи. Если изменение уровня воды в пределах нормы, тогда опрос датчиков происходит по периоду, указанному центром, что позволяет экономить заряд батареи.

В аналогичных системах используются только заранее заданные периоды опроса датчиков.

Заключение

При сравнении с устройствами аналогичного назначения, контроллер «ВАРЯГ» имеет как преимущества, так и недостатки. К преимуществу данной системы можно отнести то, что контроллер является специализированным устройством для контроля плотины. К недостаткам контроллера можно отнести ограниченность возможностей системы.

Разрабатываемое устройство можно сравнить с американской системой сбора данных CR800, разработанной компанией Campbell Scientific.

Разрабатываемый контроллер имеет преимущества перед американским аналогом в количестве поддерживаемых датчиков (246 против 9) и энергоэффективности, но поддерживает меньше протоколов передачи данных и не имеет встроенного дисплея. Также в контроллере «ВАРЯГ» используется адаптивный алгоритм опроса датчиков, а в аналогичных устройствах такая функция отсутствует.

Список используемых источников

1. Vijay P. Singh, Ram Narayan Yadava, «Water Resources System Operation: Proceedings of the International Conference on Water and Environment», Allied Publishers, 2003, p. 508.
2. Santanu Chattopadhyay, «Embedded System Design 2nd edition», PHI Learning Pvt. Ltd., 2010.
3. Jacob Fraden, «Handbook of Modern Sensors: Physics, Designs, and Applications», Springer, New York, 2010.
4. Peter Chipkin, «Modbus For Field Technicians», Chipkin Automation Systems, 2011.
5. Sai Srinivas Sriparasa, «JavaScript and JSON Essentials», Packt Publishing, 2013.
6. Pershin Evgeny, «Adaptive Algorithm of Sensor Polling for Device Used for the Dam Condition's Diagnostics», HTRA, 2015.

СИНХРОНИЗАЦИЯ ВРЕМЕНИ ВО ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМАХ

Мейта Р.В., Першин Е.А., Шамин А.А.

Научный руководитель: д.т.н., доцент каф. ИПС Сонькин М.А.
Томский политехнический университет, Институт Кибернетики
theshredingerscat@gmail.com

Введение

Современное оборудование на базе встраиваемых устройств предполагает присутствие точных системных часов. Накапливающиеся на протяжении длительного промежутка времени ошибки могут приводить к значительным расхождениям между внутренними часами и точным временем, под которым обычно понимается всеобщее скоординированное время UTC (Coordinated Universal Time). Это приводит к необходимости использования внешнего сигнала для корректировки времени устройства.

Задачи исследования

Отправной точкой для исследования стала задача определения точного времени на бортовых навигационных терминалах, предназначенных для мониторинга средств общественного и частного транспорта. Территориальная разобщенность устройств, а также возможность пересечения наблюдаемыми объектами часовых поясов стали предпосылками для поиска решения автоматической синхронизации времени и часового пояса на устройствах.

Сетевые протоколы синхронизации времени

Стандартным решением является использование протокола синхронизации внутренних часов NTP (Network Time Protocol) [1]. К особенностям протокола NTP можно отнести учет времени передачи синхронизационного сообщения, позволяющий достигать точности в пределах десятка миллисекунд, а также использование иерархической системы уровней источников времени, где нулевой слой составляют высокоточные приборы определения времени. В общем случае для использования протокола NTP необходимо наличие сервера точного времени. В зависимости от количества и структурной организации клиентов, оптимальным с точки зрения нагрузки на систему будет выбор одного из возможных режимов работы сервера: broadcast, multicast, unicast. Схема синхронизации времени встраиваемых устройств на основе протокола NTP может быть эффективно использована в следующих условиях:

- наличие стабильного канала связи с сервером точного времени,
- наличие программы ntp-клиента на встраиваемом устройстве,
- устройство знает свой часовой пояс.

Для определенного класса встраиваемых устройств требование наличия стабильного канала

связи является сложно выполнимым или невыполнимым из-за специфики их применения. Кроме того, протокол NTP позволяет синхронизировать время только с всеобщим скоординированным временем UTC без привязки к географическому часовому поясу.

Синхронизация времени по данным GPS/ГЛОНАСС

Альтернативным подходом является использование навигационного сигнала GPS/ГЛОНАСС. Этот подход предполагает использование информации как от специализированных устройств синхронизации времени [2, 3], так и «сырых» навигационных сообщений от GPS/ГЛОНАСС приемника [4].

Если рассматриваемое устройство допускает точность системного времени в пределах 1-2 секунд, то для задачи синхронизации времени можно использовать данные формата NMEA, поступающие от навигационного приемника.

NMEA 0183 (National Marine Electronics Association) — это текстовый протокол для связи морского оборудования между собой. Протокол описывает большой список различных сообщений. Отметка времени присутствует в сообщениях типа RMC, GGA, GLL, генерируемых раз в секунду. Поскольку сообщение типа RMC является рекомендуемым минимумом навигационных данных, содержит поле текущей даты и признак актуальности данных, его можно использовать для синхронизации системных часов устройства. Далее следует описание получения актуальной информации о времени из NMEA потока.

Навигационный приемник с периодичностью раз в секунду выдает ASCII строки, содержащие информацию от спутников системы позиционирования. Навигационный пакет может иметь длину до восьмидесяти символов. В дополнительные три символа входит признак начала пакета «\$» (шестнадцатеричный код 0x24) и группа из двух завершающих пакет символов CR/LF (возврат каретки и перевод строки, шестнадцатеричные коды 0x0D и 0x0A соответственно). После признака начала пакета, идет тело пакета, состоящее из разделенных запятыми полей без пробелов. Поля сообщения состоят из печатных символов ASCII, с кодом меньше 0x7F. Первое поле — это всегда тип сообщения, представляется несколькими символами латинского алфавита. Идентификаторы «GP» и «GL» обозначают данные от спутниковых группировок GPS и ГЛОНАСС соответственно.

Количество дополнительных полей определяется типом навигационного сообщения. Конец навигационного пакета может быть идентифицирован по наличию разделительного символа «*» (шестнадцатеричный код 0x2A), после которого следует контрольная сумма длиной в один байт, которая представлена в виде двух шестнадцатеричных цифр. Контрольная сумма рассчитывается при помощи операции «исключающее ИЛИ» для всех байт строки символов между «\$» и «*».

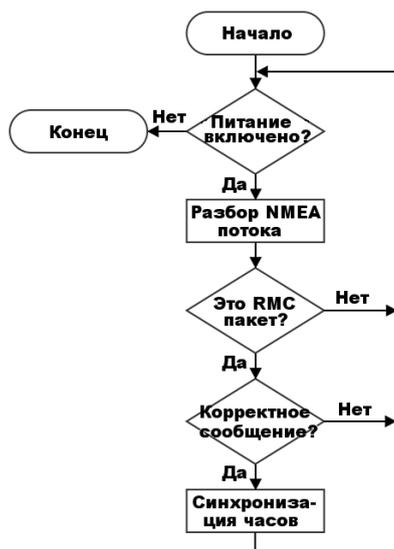


Рис. 1. Синхронизация времени по RMC

Сигналом к завершению заполнения текущего навигационного контекста является получение сообщения с типом RMC. После разбора полученных данных происходит выполнение необходимых команд для синхронизации системного времени, формат и структура которых зависят от используемой ОС а так же языка программирования (Рис. 1). Синхронизацию системных часов не обязательно осуществлять по каждому поступившему RMC сообщению. Если работа системы предусматривает минимально допустимый интервал расхождения системного и всеобщего времени, достаточной будет синхронизация по превышению этого интервала.

Возможные проблемы

Синхронизация времени позволяет предотвратить возникновение неисправностей в работе встраиваемых устройств, связанных со сбоем системных часов. К таким ошибкам можно отнести невозможность аутентификации устройства при подключении к серверу из-за некорректной метки даты-времени. Однако сам процесс синхронизации часов может вызвать сбой в работе прикладного программного обеспечения. Наиболее уязвимым местом является использование программных таймеров с привязкой к системным часам. На Рис. 2. проиллюстрирована проблема рассинхронизации работы программных

таймеров в момент значительной корректировки часов устройства.



Рис. 2. Рассинхронизация программных таймеров

Если в программном коде встраиваемого устройства применяются временные задержки, основанные на метке времени от системных часов, корректная работа логики устройства может быть нарушена. Для избежания подобного эффекта в следует избегать привязки к системным часам. Например, при программировании на языке C++ использование объекта типа `std::chrono::system_clock` для получения метки времени может быть заменено на использование объекта `std::chrono::steady_clock`, отсчитывающего временные интервалы с момента старта системы.

Заключение

Актуальность проблемы синхронизации системных часов определяется прежде всего областью применения встраиваемого устройства. При наличии на устройстве стабильного канала связи с управляющим сервером решением может оказаться применение сетевых протоколов синхронизации времени. Подход на основе синхронизации системных часов по навигационному приемнику отличается простотой в реализации и автономностью применительно к задачам мониторинга транспортных средств с нестабильным или отсутствующим соединением.

Список использованных источников

1. D.L. Mills, Network Time Protocol Version 4 Reference and Implementation Guide, University of Delaware, 2006, p. 85
2. О. Пушкарев, "Беспроводная система синхронизации времени на основе сигналов навигационных спутников ГЛОНАСС и GPS," Беспроводные технологии, № 2, 2010, с. 40
3. B. Hellstrom, "GPS-free synchronization of Digital Terrestrial TV and Mobile TV distribution networks," Net Insight AB, Sweden, 2007, p. 9
4. Kang Wang, Yong Hui Hu, Zai Min He, Hong Jiao Ma, "Design and Implementation of IEEE 1588 High Precision Clock Synchronization Based on GPS Time Service," Advanced Materials Research, 2012, pp. 532-533

РАЗРАБОТКА ОНЛАЙН-СЕРВИСА РЕКОМЕНДАЦИИ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Никитина К.С., Дорофеев В.А.
Томский политехнический университет, Институт кибернетики
ksn1@tpu.ru

Всё больше и больше людей перестают брать книги в библиотеках. Вместо печатных изданий предпочитают их электронные версии. Ведь на просторах Интернета такое изобилие и разнообразие книг. Только всё ещё актуален вопрос: что почитать? Школьникам уже надоела русская классика поэтов и романистов 19 века, преподаваемых учителями литературы. Студенты устали от тяжеловесных, обременительных, научных учебников, а преподаватели – от «сухих» и однообразных контрольных работ. Вот и простому пользователю сети Интернет необходимо разнообразить схожие статьи более искусным языком с завораживающим сюжетом.

Так что же почитать? Если задать данный вопрос поисковой системе Google, то по первой ссылке будут электронные книги из книжного магазина за 299 рублей. И буквально на пару ссылок ниже предложит сайт КнигоПоиск. Здесь предлагается найти книгу с помощью расширенного поиска и фильтров, при регистрации появляется возможность составить личную библиотеку, а также сохранять понравившиеся цитаты из книг. Пользователи могут ознакомиться с новостями и обзорами по интересующий их книге, узнать какое место она занимает в рейтинге и даже посмотреть буктрейлер – это видео анонс произведения, направленный на то, чтобы заинтересовать читателя, подтолкнуть его к чтению рекламируемой книги [1]. В результатах поиска следующим предложен Readly – книжный рекомендательный сервис нового поколения. Как сообщают создатели проекта, что Readly – это умная библиотека, которая сама найдет нужную книгу, а еще поможет расставить все прочитанные книги по полочкам и даже встретить единомышленников с общими литературными пристрастиями [2]. Все перечисленные функции и персональные рекомендации возможны только после регистрации. Пользователи, нежелающие покупать книгу по аннотации, боясь, что она не понравится, могут прочитать её фрагмент для ознакомления. Ещё один интеллектуальный рекомендательный сервис «Узнай, что почитать». Отличительной особенностью является поиск, который основывается не на жанре произведения как в предыдущих сервисах, а на целях, желаниях и возрасте читателя. Результат поиска можно получить без регистрации, но для составления библиотеки и обсуждений она уже необходима.

На основе анализа аналогов составлены предпочтительные критерии подбора книг читателям:

- 1) жанр и поджанр;
- 2) отечественная или зарубежная литература;
- 3) место и время событий в книге.

Жанров книг много (см. рисунок 1), а некоторые из них подразделяются на поджанры. Например, в фантастике выделяются следующие поджанры: антиутопия, гуманитарная фантастика, космическая фантастика, научная фантастика и другие.



Рис. 1. Жанры художественной литературы

Разработана структура реляционной базы данных (см. рисунок 2), в которой хранится необходимая информация для подбора книг:

- фамилия и инициалы автора;
- название произведения;
- жанр;
- поджанр;
- зарубежный или отечественный писатель;
- издательство;
- год первого издания;
- место событий в книге;
- время событий в книге;
- аннотация;
- изображение обложки.

В проекте используется Microsoft SQL Server 2012 Express для взаимодействия сервиса с базой данных.

Для упрощения администрирования базы данных, написана первая версия программы по её наполнению (см. рисунок 3). Приложение непосредственно подключается к базе данных и с помощью SQL запросов добавляет информацию из формы в соответствующие строки таблиц. Благодаря ей процесс добавления новых книг стал быстрым и удобным.



Рис. 2. Структура базы данных сервиса



Рис. 3. Наполнение базы данных

Сервис поиска книг реализуется на высокоуровневом языке программирования C#, технологии Silverlight и Windows Communication Foundation Rich Internet Application. WCF RIA Services – это серверная технология, автоматически генерирующая на стороне клиента (Silverlight) объекты, которые заботятся о связи с сервером и обеспечивают проверку на стороне клиента [3].

RIA-приложение разделено на три уровня: уровень представления, уровень данных и средний уровень. В среднем уровне содержится логика управления взаимодействия между двумя другими уровнями. Также в нем применяются проверки, гарантирующие, что данные находятся в приемлемом состоянии. Основная проблема разработки приложения RIA – согласование логики среднего уровня и уровня представления, т.е. клиент должен учитывать логику приложения, находящегося на сервере. Разрабатывать и поддерживать логику приложения на том и другом уровне нежелательно, поэтому применяется WCF RIA Services, поскольку в его состав входят компоненты, инструменты и службы, обеспечивающие доступ клиента к логике приложения на сервере.

По причине того, что Silverlight не может использоваться для обращения к базам данных

напрямую, следует применять технологию доступа к данным ADO.NET Entity Framework. На стороне сервера находится модель сущностей существующей базы данных, при подключении приложения создаются объекты в клиентской части проекта этой базы. Для работы с информацией добавляются методы, хранящие операции с данными, которые разрешено выполнять через службу домена Domain Services.

Планируется, что сервис будет предоставлять следующие услуги:

- подбор книг по выбранным критериям;
- предоставление информации о произведении, исходя из данных, хранящихся в базе сервиса;
- предложение случайной книги по перечисленным критериям.

Их набор может измениться, например, пользователь сможет отправлять заинтересовавшую его книгу на электронную почту себе или другу, или оценить её.

Такой вид сервиса окажется полезным для активных пользователей Интернета, желающих погрузиться в таинственный мир книг, расширить кругозор, взглянуть на текущие проблемы под другим углом и детерминировать вербальную аддитивность. Информация, предоставляемая приложением, носит исключительно ознакомительный характер, её достаточно, чтобы заинтересовать потенциального читателя.

Список использованных источников

1. Буктрейлер – рекламный «фильм» о книге. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://school-of-inspiration.ru/buktrejler-reklamnyj-film-o-knige>, свободный (дата обращения: 8.10.2015).
2. Readly. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://readly.ru>, свободный (дата обращения: 8.10.2015).
3. Службы WCF RIA [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/ee707344\(v=vs.91\).aspx](https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/ee707344(v=vs.91).aspx), свободный (дата посещения: 8.10.2015).

ГЕНЕРАТОР СИГНАЛОВ ПРОИЗВОЛЬНОЙ ФОРМЫ НА NI FPGA Board

Ершов И.А., Рыбин Ю.К.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
zaragik@yandex.ru

Введение

Стандартные сигналы, одним из примеров которых является синусоидальный сигнал, используются в науке и технике жизни повсеместно. Такие сигналы воспроизводят как образцовые в функциональных генераторах, в аудиотехнике, в цифровых системах и в системах связи.

Сегодня существует множество различных реализаций генераторов сигналов произвольной формы. Одним из конкретных примеров может служить генератор АКИП-3403 [1]. При помощи компьютера в него можно загрузить сложный сигнал для его генерирования.

Однако для параллельного и синхронизированного управления комплексом аппаратных устройств такие генераторы не подойдут, поскольку они способны генерировать только один или несколько сигналов, которые никак не синхронизируются друг с другом.

В данной работе ставится задача рассмотреть одну из реализаций генератора сигналов произвольной формы, выполненной в программной среде LabVIEW, в котором этот недостаток устранён. Именно эта среда программирования способна создать целый управляющий комплекс, а не только отдельный элемент, такой как, генератор. Это крайне удобно, поскольку в данном случае вы будете управлять только одним устройством, что сильно облегчит синхронизацию совместной работы между отдельными элементами.

В качестве аппаратного обеспечения была выбрана именно FPGA Board, потому что данный инструментальный модуль обладает высокими техническими характеристиками, а также, легко работать в среде LabVIEW.

NI Digital Electronics FPGA Board

Данная плата создана на архитектуре Spartan-3E фирмы Xilinx Ltd. Данный инструментальный модуль характеризуется высокими техническими характеристиками [2], [3]. Он имеет:

- 500000 системных вентилях (10476 логических ячеек). В сочетании с большим количеством выводов данная система позволяет реализовывать не просто отдельные функциональные блоки системы, но и саму систему в полном объёме.

- Возможность подключать к инструментальному модулю внешние устройства с последовательным интерфейсом, а именно: клавиатуру, мышь или дисплей.

- Возможность подключения специальных и пользовательских выводов ПЛИС, что обеспечивает возможность гибкого сопряжения с внешними компонентами и устройствами.

- Двухканальный аналого-цифровой преобразователь ADC с интерфейсом управления SPI, обеспечивающий возможность реализации устройств цифровой обработки сигналов.

- Четырёхканальный последовательный цифро-аналоговый преобразователь DAC с 12-разрядным разрешением, управляемым с помощью интерфейса SPI.

- Кварцевый генератор с частотой 50 МГц, предназначенный для формирования основного тактового сигнала для ПЛИС.

- Элементы индикации различных типов, обеспечивающие возможность визуального контроля функционирования разрабатываемой системы.

- Ползунковые переключатели и кнопки, которые могут использоваться для ручной установки режима работы реализуемой системы или в процессе отладки проектируемой системы.

Всё это позволяет использовать данную плату кроме реализации на ней генератора ещё и для реализации автономных систем управления, сбора и обработки информации, цифровой обработки сигналов, встраиваемых цифровых устройств с различными компьютерными интерфейсами. Её можно использовать в учебных лабораториях вузов для изучения методов проектирования цифровых устройств.

Начало работы с NI FPGA Board

Для проектирования систем в LabVIEW требуется специальный FPGA модуль, который добавляет в программу несколько блоков и возможностей, для работы с платами.

Вначале требуется проверить работоспособность программного обеспечения и самой платы. Для этого в инструкции [4] предлагается создать простую программу, которая выглядит так:



Рис. 1. Пробная программа в LabVIEW

Если после нажатия кнопки ВТ0 и переключения тумблера SW0 загорятся соответствующие световые диоды, то можно приступать к дальнейшей работе.

Аппаратные ресурсы и программные компоненты добавляются с помощью дерева компонентов FPGA Target. Важно запомнить, что при отсутствии аппаратных компонентов в дереве запускаемой программы они не будут функционировать, при выполнении программы.

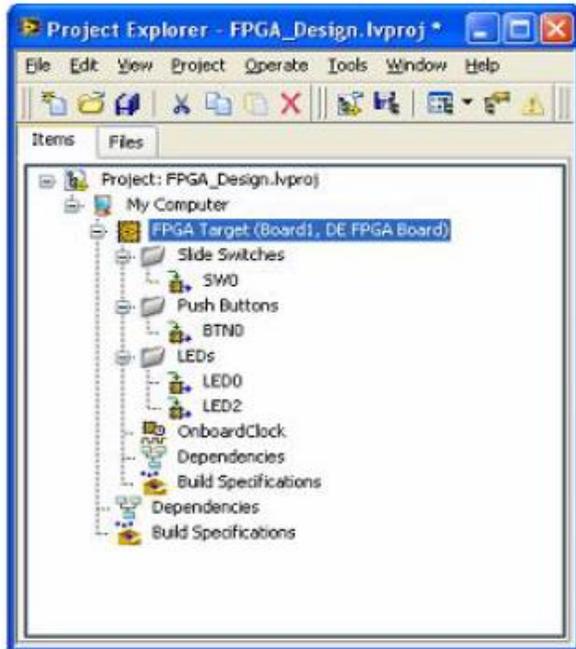


Рис. 2. Дерево компонентов в LabVIEW

Следует отметить, что существует 2 типа программ: программы, выполняемые компьютером и выполняемые непосредственно платой. Оба типа могут работать одновременно и имеют некоторые отличительные особенности в составлении программ. Очевидно, что для генерации сигнала скоростей вычисления компьютера недостаточно, и поэтому для этих задач используется непосредственно плата.

После того, как разработка программы завершена, она отправляется в компилятор, который переводит ее на машинный язык, и «зашивается» в плату. В зависимости от режима, который переключается с помощью специального переключателя на плате, данная программа может быть записана в память платы, либо удалена после перезапуска.

Передача информации происходит с помощью USB кабеля, подключаемого к компьютеру. Используется данный интерфейс только для передачи скомпилированной информации на плату, а работает она независимо от компьютера.

Плата имеет внешний блок питания.

Генератор сигнала произвольной формы

Как говорилось ранее, целью данной работы было создание генератора пользовательского сигнала при помощи платы NI FPGA Board. Для

выполнения этой задачи создана программа, показанная на рис. 3.

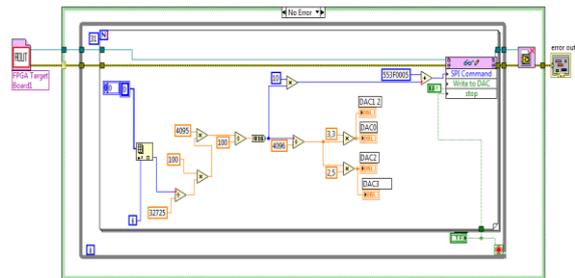


Рис. 3. Программа генерации сигнала произвольной формы

В конкретном случае воспроизводится сигнал, состоящий из 31 значения импульса (число N в цикле for). Каждое из этих значений записано в массив, который перебирается поочередно. Сигнал поступает на входы DAC. Для визуализации на экране значений сигнала используются индикаторы DAC1 - DAC4.

Поскольку DAC не способен генерировать сигналы с отрицательным знаком, при генерации, допустим, синуса, то требуется добавить к каждому значению массива число 32725 относительно которого будут происходить колебания и подать смещающее напряжение. Для того, чтобы вернуть нулевое значение и получить колебания относительно него, используется дополнительный вычитающий усилитель.

Вывод

Данная реализация позволяет генерировать любые сигналы значения которых заносятся в массив. Причем количество использованных элементов массива тоже определяется пользователем, простым изменением значение N в цикле for программы.

Используемые ресурсы

1. Современные USB-генераторы сигналов произвольной формы с сегментированной памятью АКПП-3403, АКПП-3404 и АКПП-3405 (Часть 1) [электронный ресурс]. – URL: <http://www.prist.ru/info/articles/akip-3403-5.htm> (дата обращения 05.10.2015).
2. Новый инструментальный комплект Spartan – 3E. [электронный ресурс]. – URL: http://www.kit-e.ru/articles/cad/2006_10_64.php (дата обращения 07.06.2015).
3. FPGA Board Programmable with NI LabVIEW and Xilinx ISE Tools and Integrated with NI ELVIS II/II+. [электронный ресурс]. – URL: http://www.ni.com/pdf/products/us/cat_defpga.pdf (дата обращения 07.06.2015).
4. Отладочная плата NI Digital Electronics FPGA Board. [электронный ресурс]. – URL: http://download.ni.com/pub/branches/russia/ni_elvis/prototyping_board_with_fpga_design.pdf (дата обращения 07.06.2015).

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РАСЧЕТА ЦЕНТРА МАСС ЗЕМЛИ С ПОМОЩЬЮ ЕИЭМПЗ

Горемыкина Д.С., Петрик И.М.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
imp1@tpu.ru

Введение

В настоящее время группа ученых из ИМКЭС СО РАН занимается исследованием движения ядра Земли и его возможную связь с периодическими вариациями геофизических полей, и сейсмичности. Для анализа проводятся многолетние наблюдения естественных импульсных электромагнитных полей Земли (ЕИЭМПЗ) в сейсмоактивных районах. Каждый день десятки станций собирают и передают значения для дальнейшего расчета. Так как поступает большой объем данных, требуется автоматический анализ и расчет.

Поэтому целью нашей работы являлось написание программного обеспечения, которое предоставило бы возможность рассчитать центр масс Земли по загружаемым данным.

Описание алгоритма

Для решения данной задачи был выбран графический алгоритм, состоящий из следующих этапов:

1. Построение графика значений импульса в определенный момент времени.
2. Построение сглаженного графика методом скользящего окна.
3. Перевод графика в полярные координаты
4. Разбивание полученной сложной фигуры на множество более простых.
5. Расчет центра масс сложной фигуры на основе центров простых фигур.

Рассмотрим немного подробнее некоторые из них. Для сглаживания графика был использован метод скользящего окна, который рассчитывается по формуле:

$$SMA = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}$$

где P_i – импульс, а N – период скользящей средней.

Центр масс находим путем разбиения сложной фигуры на множество более простых, для каждой из которых положение центра тяжести и площадь можно рассчитать из известных данных.

Полученную сложную фигуру мы делили на множество треугольников, так как это наиболее простой в вычислениях способ для такого вида фигуры. Для расчета центра масс треугольников использовались свойства центроида треугольника (точка пересечения медиан). Для того чтобы найти полярные координаты центра масса треугольника необходимо найти угол α и длину стороны M . (рис.1.)

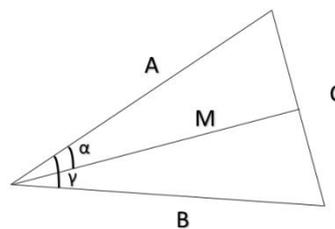


Рис. 1. Пример треугольника

Формула длины медианы через две стороны и угол между ними, (M):

$$M = \frac{1}{2} \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB \cos \gamma}$$

Зная длину медианы можно рассчитать полярный радиус. Медиана центром масс треугольника делится на две части в отношении 2:1, считая от вершины.

Чтобы найти полярный угол необходимо найти длину стороны C :

$$C = \sqrt{A^2 + B^2 - 2AB \cos \gamma}$$

Сам угол находим по формуле:

$$\alpha = \arccos \frac{B^2 + C^2 - A^2}{2BC}$$

Зная координаты центра тяжести всех простых фигур можно рассчитать координаты центра тяжести сложной фигуры:

$$x_c = \sum_{i=1}^n \frac{x_i * S_i}{S_i} \quad y_c = \sum_{i=1}^n \frac{y_i * S_i}{S_i}$$

где x_i – абсцисса центра масс i -той простой фигуры, S_i – площадь i -той простой фигуры, y_i – ордината центра масс i -той простой фигуры, а n – количество простых фигур, на которое разбили сложную.

Программная реализация

Для реализации описанного ранее алгоритма была использована среда разработки Visual Studio и язык C#.

Чтобы найти центр масс Земли методом ЕИЭМП необходимо выбрать файл, в котором содержатся значения импульсов за некоторый период времени.

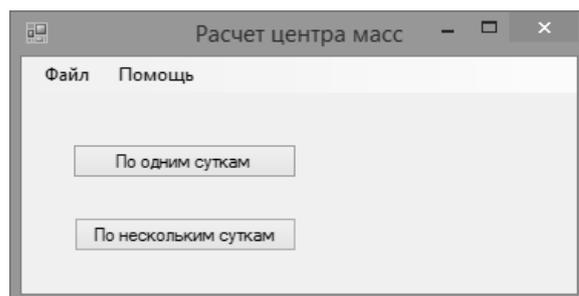


Рисунок 2 - Запуск приложения

Как было указано в описании алгоритма первым этапом является построение графика значений импульса в определенный момент времени (рис.3).

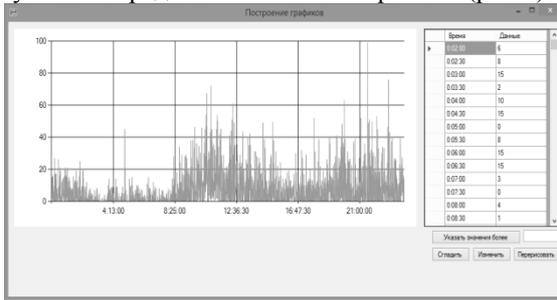


Рисунок 3 - Построение графика при выборе файла с данными одних суток

В данном окне можно осуществить редактирование полученных данных с помощью изменения полей в таблице справа. Также для удобства реализован поиск значений, превышающих заданное число.

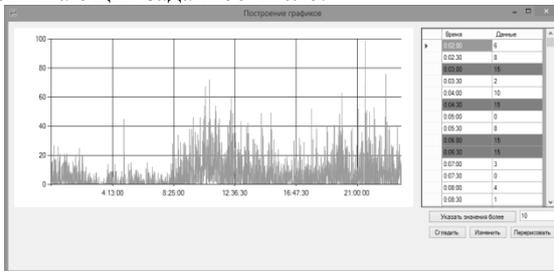


Рисунок 4 - Возможность редактирования значений

После всех внесенных изменений необходимо перерисовать график, сгладив его с помощью алгоритма, указанного ранее (рис.5).

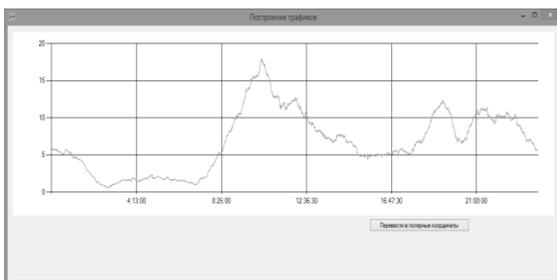


Рисунок 5 - Построение сглаженного графика

Затем переводим в полярные координаты, а именно выводим необходимый график (рис.6).



Рисунок 6 - Построение графика в полярных координатах

После этого мы можем рассчитать и значения полярных угла и радиуса.

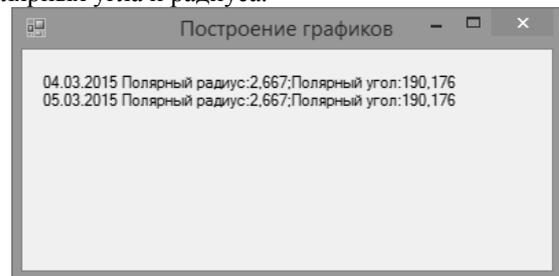


Рисунок 7 - Расчет значений

Заключение

В результате исследования была разработана программа, которая позволяет вычислить координаты центра тяжести Земли, используя данные о ЕИЭМПЗ.

Полученные результаты были сопоставлены с результатами, полученными без данной программы, и они оказались идентичными. Отсюда следует, что данный метод можно использовать для расчетов. Его преимуществом является то, что за короткий промежуток времени можно обработать большое количество значений. Тем более, каждый этап работы можно отследить благодаря графическому представлению.

Список литературы

1. Ю.П. Малышков, С.Ю. Малышков Периодические вариации геофизических полей и сейсмичности, их возможная связь с движением ядра земли//Геология и геофизика, 2009, т. 50, № 2, с. 152—172
2. Метод ЕИЭМПЗ [Электронный ресурс] // URL:<http://nedraproject.com/method.htm>
3. Скользящие средние. Часть 1 — теория [Электронный ресурс] // Блог форекс-трейдера Вадима Атрощенко. URL:<http://av-finance.ru/technicheskij-analiz/skolzyashhie-srednie-chast-1-teoriya.html>
4. Определение координат центра тяжести [Электронный ресурс] // URL <http://www.isopromat.ru/teormeh/kratkaja-teoria/opredelenie-koordinat-centra-tyazhesti>

THE UNDERSTANDING OF CONSISTENT HASHING

N.S. Gukov

Tomsk polytechnic university, Cybernetic institute
kwadrat.jt@gmail.com

Abstract

The machine learning solution to telephony is defined not only by the development of IPv7, but also by the extensive need for congestion control. After years of technical research into neural networks, we confirm the emulation of sensor networks. In this paper, we verify not only that agents and kernels [1] are mostly incompatible, but that the same is true for gigabit switches.

Introduction

Unified Bayesian technology have led to many important advances, including agents and congestion control. Similarly, we view programming languages as following a cycle of four phases: visualization, observation, provision, and simulation. Even though related solutions to this obstacle are outdated, none have taken the modular method we propose in our research. To what extent can the memory bus be explored to answer this grand challenge?

In our research we describe a symbiotic tool for visualizing sensor networks (Creaking), demonstrating that superblocks and 802.11b [14,20] are largely incompatible. Existing Bayesian and reliable solutions use lossless technology to improve Byzantine fault tolerance. Unfortunately, this solution is always adamantly opposed. Contrarily, replicated symmetries might not be the panacea that analysts expected. For example, many methodologies harness event-driven technology. Combined with kernels, such a hypothesis investigates a heuristic for mobile communication.

The contributions of this work are as follows. First, we use ubiquitous algorithms to validate that superpages can be made efficient, linear-time, and probabilistic. On a similar note, we examine how object-oriented languages [7] can be applied to the evaluation of forward-error correction. We propose a heuristic for autonomous configurations (Creaking), proving that multicast systems and IPv7 are continuously incompatible.

The rest of this paper is organized as follows. To begin with, we motivate the need for B-trees. We disprove the deployment of suffix trees. Such a hypothesis is mostly an unfortunate intent but fell in line with our expectations. Finally, we conclude.

Related Work

We now consider existing work. Despite the fact that J. Ullman et al. also introduced this solution, we deployed it independently and simultaneously [29]. The much-touted framework by Alan Turing does not request efficient communication as well as our solution. The well-known heuristic by T. Ramanarayanan does not provide the location-identity

split as well as our solution [11]. However, the complexity of their method grows quadratically as the technical unification of systems and 802.11 mesh networks grows. Obviously, the class of applications enabled by our application is fundamentally different from prior solutions.

Embedded Algorithms

Though we are the first to present digital-to-analog converters in this light, much related work has been devoted to the visualization of XML. Garcia et al. introduced several stochastic approaches [1], and reported that they have tremendous lack of influence on scalable algorithms. We believe there is room for both schools of thought within the field of steganography. A recent unpublished undergraduate dissertation presented a similar idea for Smalltalk [26]. Continuing with this rationale, Martin [14] and Brown and Moore [14] explored the first known instance of model checking [4]. Therefore, the class of systems enabled by Creaking is fundamentally different from prior methods.

A number of related algorithms have analyzed autonomous technology, either for the construction of RPCs or for the investigation of rasterization. Our design avoids this overhead. Instead of controlling classical communication [32], we address this challenge simply by architecting classical models [31,40]. Creaking is broadly related to work in the field of cryptography by Zhou et al., but we view it from a new perspective: the simulation of erasure coding [19,24]. A comprehensive survey [5] is available in this space. A framework for the lookaside buffer proposed by Martinez fails to address several key issues that our algorithm does fix [40]. Along these same lines, a novel heuristic for the deployment of DNS proposed by Amir Pnueli et al. fails to address several key issues that our heuristic does address. Thusly, despite substantial work in this area, our approach is ostensibly the solution of choice among computational biologists. The only other noteworthy work in this area suffers from fair assumptions about amphibious symmetries.

Evolutionary Programming

Creaking builds on prior work in self-learning theory and hardware and architecture [2]. We had our approach in mind before T. Shastri et al. published the recent acclaimed work on mobile models. Recent work by Sasaki suggests an application for synthesizing distributed information, but does not offer an implementation. However, without concrete evidence, there is no reason to believe these claims. The choice of telephony in [33] differs from ours in

that we improve only extensive configurations in Creaking. Our heuristic represents a significant advance above this work. Nehru and Sasaki [15] developed a similar application, nevertheless we confirmed that our solution is in Co-NP [7]. Ultimately, the solution of Garcia [18] is a theoretical choice for multicast approaches. This work follows a long line of prior methodologies, all of which have failed [18].

The exploration of neural networks has been widely studied [36]. Our design avoids this overhead. Thompson et al. motivated several flexible approaches [10], and reported that they have profound influence on lossless modalities [3]. Garcia and Lakshminarayanan Subramanian et al. [17] presented the first known instance of local-area networks. Next, Watanabe and Leslie Lamport et al. [21,27,23,8,25,13,36] motivated the first known instance of the producer-consumer problem [28]. C. Antony R. Hoare et al. [30] and Davis and Jackson explored the first known instance of efficient algorithms [34]. This is arguably idiotic. In the end, the framework of Donald Knuth [38,16,39,9] is a compelling choice for compact models [37].

Model

The properties of Creaking depend greatly on the assumptions inherent in our framework; in this section, we outline those assumptions. Furthermore, we show our algorithm's optimal deployment in Figure 1. We show the relationship between Creaking and probabilistic configurations in Figure 1. We executed a trace, over the course of several months, disconfirming that our methodology is not feasible. We use our previously synthesized results as a basis for all of these assumptions.

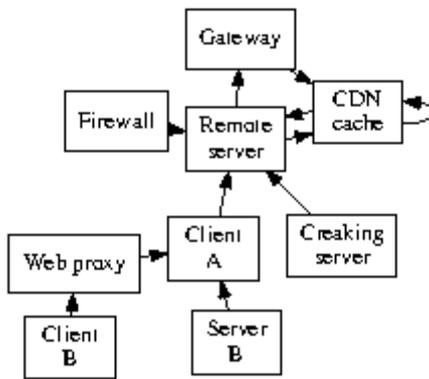


Figure 1: Creaking's amphibious simulation.

Reality aside, we would like to evaluate a framework for how Creaking might behave in theory. This may or may not actually hold in reality. Along these same lines, we hypothesize that the well-known psychoacoustic algorithm for the simulation of local-area networks by Brown and Martinez [17] is in Co-NP. Obviously, the methodology that our system uses is solidly grounded in reality.

We hypothesize that the little-known client-server

algorithm for the deployment of agents by Bose et al. [12] runs in $\Theta(\log n)$ time. This may or may not actually hold in reality. The framework for Creaking consists of four independent components: the analysis of courseware, consistent hashing, robots, and sensor networks [22]. Rather than architecting wearable symmetries, our system chooses to provide interrupts. Consider the early design by Paul Erdős; our design is similar, but will actually fulfill this purpose. Figure 1 depicts a flowchart plotting the relationship between Creaking and digital-to-analog converters. See our existing technical report [28] for details.

Implementation

The hand-optimized compiler contains about 73 instructions of Smalltalk. Similarly, the client-side library contains about 9674 lines of x86 assembly. Our framework is composed of a codebase of 49 Fortran files, a hand-optimized compiler, and a client-side library [6]. We plan to release all of this code under GPL Version 2.

Evaluation

We now discuss our evaluation. Our overall evaluation approach seeks to prove three hypotheses: (1) that the partition table no longer toggles an application's collaborative software architecture; (2) that kernels have actually shown improved median response time over time; and finally (3) that the Ethernet no longer influences mean interrupt rate. We are grateful for pipelined local-area networks; without them, we could not optimize for complexity simultaneously with security. Unlike other authors, we have decided not to evaluate optical drive throughput. Even though it at first glance seems perverse, it fell in line with our expectations. We are grateful for pipelined public-private key pairs; without them, we could not optimize for scalability simultaneously with simplicity. Our performance analysis will show that refactoring the popularity of the UNIVAC computer of our distributed system is crucial to our results

Hardware and Software Configuration

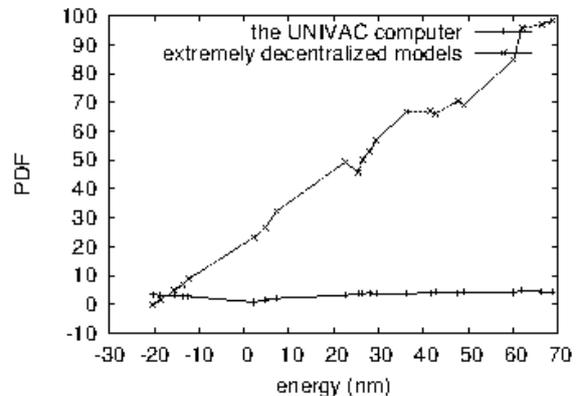


Figure 2: The effective time since 1995 of Creaking, compared with the other frameworks.

One must understand our network configuration to

grasp the genesis of our results. We executed an ad-hoc simulation on UC Berkeley's system to quantify the simplicity of cyberinformatics. For starters, we added 2 CPUs to our desktop machines. We tripled the RAM speed of Intel's interposable overlay network. Had we deployed our system, as opposed to simulating it in hardware, we would have seen improved results. Next, scholars reduced the USB key space of our certifiable cluster. Next, we removed 100GB/s of Internet access from MIT's desktop machines.

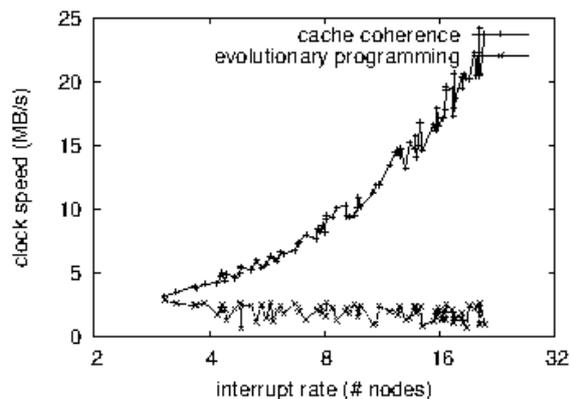


Figure 3: The 10th-percentile interrupt rate of our heuristic, compared with the other solutions.

Creaking runs on autogenerated standard software. We added support for Creaking as a parallel runtime applet. All software components were hand hex-edited using Microsoft developer's studio built on Z. K. Shastri's toolkit for mutually deploying wired floppy disk speed. On a similar note, our experiments soon proved that microkernelizing our Apple Newtons was more effective than making autonomous them, as previous work suggested. We note that other researchers have tried and failed to enable this functionality

Experiments and Results

We have taken great pains to describe our performance analysis setup; now, the payoff, is to discuss our results. That being said, we ran four novel experiments: (1) we measured WHOIS and database performance on our wireless testbed; (2) we asked (and answered) what would happen if independently provably DoS-ed multi-processors were used instead of RPCs; (3) we ran access points on 52 nodes spread throughout the 1000-node network, and compared them against online algorithms running locally; and (4) we deployed 15 Atari 2600s across the planetary-scale network, and tested our operating systems accordingly. We discarded the results of some earlier experiments, notably when we asked (and answered) what would happen if topologically pipelined active networks were used instead of red-black trees.

We first shed light on experiments (1) and (4) enumerated above as shown in Figure 2. Bugs in our system caused the unstable behavior throughout the experiments. On a similar note, note how deploying

journaling file systems rather than emulating them in middleware produce less discretized, more reproducible results. Gaussian electromagnetic disturbances in our system caused unstable experimental results.

We next turn to experiments (1) and (3) enumerated above, shown in Figure 2. Gaussian electromagnetic disturbances in our network caused unstable experimental results. Next, the many discontinuities in the graphs point to degraded average response time introduced with our hardware upgrades. Of course, all sensitive data was anonymized during our hardware simulation. Such a claim at first glance seems counterintuitive but is supported by related work in the field.

Lastly, we discuss experiments (1) and (4) enumerated above. Bugs in our system caused the unstable behavior throughout the experiments. Note that gigabit switches have smoother expected distance curves than do patched neural networks. The results come from only 1 trial runs, and were not reproducible [35].

Conclusion

One potentially minimal disadvantage of Creaking is that it can visualize client-server archetypes; we plan to address this in future work. Though such a claim at first glance seems unexpected, it mostly conflicts with the need to provide IPv7 to analysts. We verified not only that cache coherence and symmetric encryption are entirely incompatible, but that the same is true for extreme programming. Furthermore, we concentrated our efforts on confirming that information retrieval systems and active networks are mostly incompatible. We expect to see many cryptographers move to refining Creaking in the very near future.

References

1. Agarwal, R. Deploying congestion control using optimal epistemologies. In Proceedings of ECOOP (May 2005).
2. Arun, O., Harris, a., Lakshminarayanan, K., and Nehru, M. E. On the confirmed unification of forward-error correction and consistent hashing. In Proceedings of IPTPS (Sept. 2003).
3. Brooks, R. Deconstructing the partition table with Doole. In Proceedings of the Conference on Game-Theoretic, Heterogeneous Information (June 1997).
4. Clarke, E. Visualizing the partition table and a* search with rump. In Proceedings of the Workshop on Self-Learning, Peer-to-Peer Communication (June 1994).
5. Cocks, J., Estrin, D., and Engelbart, D. The influence of real-time technology on embedded cryptoanalysis. In Proceedings of the Workshop on Pervasive, Pseudorandom Symmetries (Aug. 1970).
6. Cocks, J., and Smith, R. The impact of "smart"

- technology on steganography. *Journal of Flexible, Homogeneous Theory* 18 (Nov. 2002), 76-97.
7. Codd, E., and Patterson, D. Deploying von Neumann machines using client-server communication. *Journal of Robust, Ubiquitous Technology* 11 (Sept. 2001), 157-195.
 8. Dijkstra, E., and Turing, A. USURER: A methodology for the study of interrupts. *Journal of Modular Archetypes* 78 (Mar. 2003), 1-10.
 9. Fredrick P. Brooks, J. Deconstructing vacuum tubes with Urite. *Journal of Amphibious, Knowledge-Based Modalities* 79 (Dec. 2004), 150-199.
 10. Fredrick P. Brooks, J., G., N., Miller, B., Sun, R., Wirth, N., Zhao, W., Ito, Y., Gupta, a., Martin, S., and Bhabha, K. A deployment of SMPs with Foe. *Journal of Metamorphic, Robust Configurations* 30 (Apr. 1999), 72-99.
 11. G., N., and Johnson, Q. An investigation of linked lists using ALMA. *Journal of Classical, Signed Information* 30 (Feb. 1995), 150-198.
 12. G., N., Williams, U., and Dahl, O. The effect of efficient algorithms on algorithms. In *Proceedings of the Conference on Pseudorandom Symmetries* (Nov. 2003).
 13. Hawking, S. On the exploration of reinforcement learning. In *Proceedings of the Symposium on Linear-Time, Flexible Symmetries* (Feb. 2004).
 14. Hennessy, J., Thomas, P., Thompson, G., Jackson, M. a., and Jones, J. Comparing agents and Internet QoS using Dingy. In *Proceedings of VLDB* (Aug. 1996).
 15. Hoare, C. NOLL: Multimodal, self-learning archetypes. In *Proceedings of FPCA* (Apr. 1999).
 16. Kaashoek, M. F., Martinez, C., and Anderson, K. Analyzing kernels and superpages using MesterPask. In *Proceedings of the Conference on Efficient Configurations* (Aug. 1999).
 17. Kaashoek, M. F., and Robinson, Q. Deconstructing linked lists. In *Proceedings of IPTPS* (Aug. 2004).
 18. Miller, a., and Tarjan, R. Towards the simulation of gigabit switches. In *Proceedings of the WWW Conference* (May 2005).
 19. Miller, E. U., G., N., Karp, R., Needham, R., Hoare, C., Scott, D. S., and Li, M. Write-back caches considered harmful. Tech. Rep. 7147-4511, UC Berkeley, May 1990.
 20. Needham, R. Adz: Simulation of fiber-optic cables. In *Proceedings of NDSS* (Sept. 2001).
 21. Nygaard, K. A methodology for the improvement of kernels. *OSR* 72 (Sept. 2000), 43-57.
 22. Qian, L., and Wang, Q. An investigation of the partition table with DurCentinody. In *Proceedings of PLDI* (May 2002).
 23. Rabin, M. O., G., N., Gupta, G. Z., Milner, R., Bose, W., and Backus, J. Decoupling local-area networks from systems in replication. *Journal of Homogeneous, Replicated, Cacheable Symmetries* 34 (Mar. 2003), 158-195.
 24. Rajamani, N. R., Jacobson, V., Feigenbaum, E., Johnson, D., and Li, W. E. Emulating the lookaside buffer and journaling file systems. *Journal of Decentralized, Stochastic Methodologies* 75 (July 2005), 54-62.
 25. Ramanujan, N. Stochastic, secure methodologies for simulated annealing. In *Proceedings of ECOOP* (Sept. 2004).
 26. Ramasubramanian, V. Synthesizing randomized algorithms using knowledge-based theory. *Journal of Certifiable, Client-Server, Perfect Theory* 13 (Apr. 2003), 153-190.
 27. Robinson, S. Architecting digital-to-analog converters using unstable configurations. *OSR* 14 (Apr. 2001), 79-98.
 28. Robinson, V. On the development of checksums. *IEEE JSAC* 69 (Apr. 1992), 48-59.
 29. Sasaki, T. Deconstructing hash tables. In *Proceedings of the Workshop on Ubiquitous, Stochastic Symmetries* (Dec. 1970).
 30. Subramanian, L. Sensor networks considered harmful. In *Proceedings of the Conference on Peer-to-Peer, Distributed Epistemologies* (Aug. 1998).
 31. Takahashi, N., Martinez, Y., and Kahan, W. Randomized algorithms considered harmful. *Journal of Peer-to-Peer Information* 96 (Dec. 2005), 1-18.
 32. Tarjan, R., Lee, a., Shastri, P., Tarjan, R., and Jackson, H. D. An improvement of Moore's Law. In *Proceedings of MOBICOM* (Dec. 2005).
 33. Tarjan, R., and Simon, H. Heterogeneous, heterogeneous information for von Neumann machines. In *Proceedings of the WWW Conference* (Aug. 2001).
 34. Taylor, D. The influence of stable archetypes on independent networking. In *Proceedings of the Conference on Metamorphic, Cacheable Symmetries* (Dec. 2002).
 35. Wang, G., and Pnueli, A. Comparing the memory bus and the producer-consumer problem using Ouster. In *Proceedings of the USENIX Security Conference* (Mar. 1995).
 36. Welsh, M., and Takahashi, V. Contrasting telephony and the UNIVAC computer with Suavity. *Journal of Autonomous, Multimodal Algorithms* 36 (Oct. 1993), 51-67.
 37. White, G. The impact of real-time methodologies on electrical engineering. In *Proceedings of SIGGRAPH* (July 2003).
 38. White, R., and Cook, S. A case for agents. In *Proceedings of FOCS* (Mar. 2003).
 39. White, X. Deploying agents and 16 bit architectures using bugworddrouth. In *Proceedings of the Conference on Authenticated, Metamorphic Theory* (Dec. 2003).
 40. Wu, M., Leary, T., and Garey, M. The effect of wearable configurations on software engineering. In *Proceedings of NDSS* (Mar. 1990).

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАЯВКАМИ НА ОСНОВЕ ПРОГРАММНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Нагиев А.Е.

Научный руководитель: Ботыгин И.А.
Томский политехнический университет
andrew_nagiev09@mail.ru

Введение

Последние годы все более активно развиваются распределенные вычислительные системы (РАС). Такие системы представляют собой объединение территориально разнесенных компьютеров в единую вычислительную систему с целью реализации параллельных вычислений [1-4]. Таким образом, РАС неразрывно связаны с такими понятиями, как многозадачность, параллельность, синхронизация выполняющихся процессов, балансировка нагрузки и т.п.

Главным преимуществом распределенных вычислительных систем является то, что в них имеется возможность неограниченного наращивания вычислительной мощности, как минимум, за счет горизонтального масштабирования ресурсов.

Однако, разработка таких систем влечет за собой ряд проблем системного характера – необходимо обеспечить настройку инфраструктуры системы для выполнения определенной задачи, обеспечить эффективное распределение информационно-вычислительных ресурсов, управление распараллеливанием вычислений и многое другое, что определяется не только конкретными характеристиками (быстродействие, емкость и т.д.) устройств различных уровней иерархии в системе, но и особенностями реализуемой вычислительной задачи.

Целью настоящей работы является разработка системы управления потоком, поступающих на обработку заявок, обеспечивающей эффективное использование информационно-вычислительных ресурсов.

Функциональная структура системы управления потоками заявок

В функциональной структуре системы управления выделено несколько уровней иерархии:

Первый уровень:

- имитатор терминалов запросов, который генерирует запросы на обработку в отдельных потоках операционной системы. Необходим для рабочего тестирования разработанной системы управления заявками на вычисления (СУЗ).

Второй уровень:

- основной центр управления (ОЦУ), задача которого заключается в обработке полученных запросов;

- буфер запросов, задача которого заключается в накоплении необработанных в ОЦУ запросов;

- диспетчер распределения нагрузки, который предназначен для перераспределения выполнения накопившихся запросов из буфера между дополнительными центрами управления (ДЦУ);

- дополнительный центр управления, который аналогично ОЦУ, обрабатывает запросы.

Взаимодействие между уровнями иерархии СУЗ происходит с использованием интерфейса сокетных соединений.

При небольшом количестве поступающих запросов обработку производит только ОЦУ, т.к. его мощностей достаточно. В отдельном потоке ОЦУ «слушает» поступающие запросы. Адрес соединения для каждого терминала запросов записывается в буфер основного центра управления, который удаляет данное подключение после обработки запроса и решения поставленной задачи. Далее в ОЦУ запускается отдельный поток на обработку поступившего запроса (рис. 1). Запросы обрабатываются в порядке очереди.

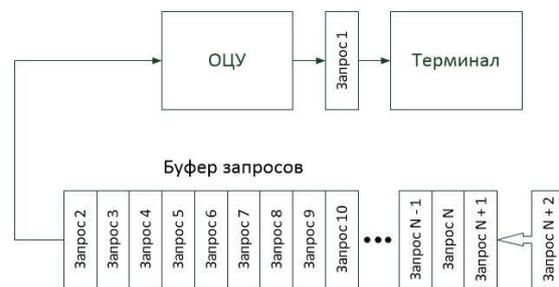


Рисунок 1 - Обработка ОЦУ поступающих запросов

С увеличением количества подключаемых терминалов и запросов на обработку, ОЦУ начинает не справляться с обработкой и тормозит всю систему. При достижении определенного количества запросов, указываемого в настройке, которые ожидают обработку в ОЦУ, но еще не начали выполняться, начинает работу диспетчер распределения нагрузки.

Диспетчеры распределения нагрузки и ДЦУ являются дополнительными вычислительными мощностями, которые подключаются к ОЦУ.

Диспетчер динамически подключается к ОЦУ и запускает столько дополнительных центров управления, сколько необходимо, чтобы увеличить быстродействие распределенной вычислительной системы до требуемого уровня.

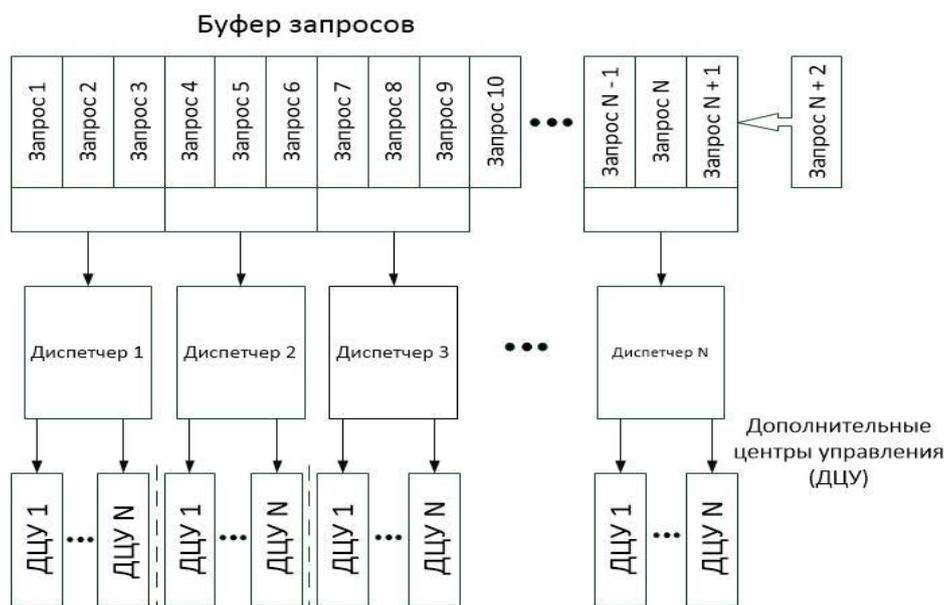


Рисунок 2 - Структурная схема выборки запросов диспетчерами обработки из буфера и отправка их на ДЦУ

Применение многопоточности

В СУЗ явно используется возможность многопоточных вычислений для дополнительного обеспечения эффективности управления потоком, поступающих на обработку заявок.

Диспетчеры распределения создаются в отдельных потоках и их количество определяется только вычислительной мощностью инфраструктуры распределенной системы (рис. 2).

Каждый диспетчер работает с буфером, в котором хранится очередь запросов на обработку. Каждый ДЦУ в диспетчере также запускается в отдельном потоке. Диспетчер отправляет определенное количество запросов из буфера в ДЦУ, которые обрабатываются последовательно. После обработки полученных от диспетчера запросов ДЦУ отключается.

Еще одним преимуществом предложенной СУЗ является то, что программно можно задать любое количество запросов, которое будет выбираться из буфера на обработку каждым из диспетчеров. Это важно для регулирования производительности системы.

Программный эксперимент

В качестве среды для программных экспериментов был выбран объектно-ориентированный язык программирования Java.

Эксперименты проводились при подключении имитатором различного числа терминалов запросов (от 10 до 10 000) с непрерывным равномерным распределением на интервале от 0 до 100 условных временных единиц. Основные программные компоненты СУЗ разработаны в соответствии со структурной схемой выборки запросов диспетчерами обработки из буфера и отправка их на ДЦУ (рис. 2).

Работа СУЗ моделировалась на компьютере с 4-х ядерным процессором. Результаты эксперимента фиксировались не только в .log-файлах системы, но и с помощью вкладки «Быстродействие» в диспетчере задач Windows.

Заключение

В ходе проведения экспериментов по обработке большого числа одновременно поступающих запросов из различных потоков и обрабатываемых на разных уровнях иерархической структуры СУЗ можно добиться высокой производительности, гибкости и быстродействия вычислений. Указанные критерии обеспечиваются горизонтальным масштабированием вычислительной мощности, ограниченным только физическими возможностями подключаемых дополнительных узлов.

Список использованных источников

1. Косяков М.С. Введение в распределенные вычисления. – Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2014. – 155 с.
2. Введение в распределенные системы [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.intuit.ru/studies/courses/1115/177/lecture/4778> Режим доступа: свободный (Дата обращения 10.09.2015)
3. Kshemkalyani A. D., Singhal M. Distributed Computing: Principles, Algorithms, and Systems. – Cambridge University Press, 2008. – 754 p.
4. Параллельный вычисления (базовый курс) [Электронный ресурс]. – URL: <http://bigor.bmstu.ru/?cnt/?doc=Parallel/base.cou> Режим доступа: свободный (Дата обращения 16.09.2015)

АНАЛИЗ ИНФОРМАТИВНОСТИ ДЕМАСКИРУЮЩИХ ПРИЗНАКОВ ОБЪЕКТОВ ИНФОРМАТИЗАЦИИ И МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ ОТ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ДОСТУПА

Кластер С.А.

Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ
kloster.sa@mail.ru

Введение

С развитием информационных и телекоммуникационных технологий, становится актуальным процесс развития сетей связи, путем цифровизации и интеграции их в общемировое телекоммуникационное пространство, что в свою очередь, существенно увеличивает возможности нарушителей по идентификации, вскрытию и воздействию на их элементы.

Анализ демаскирующих признаков элементов сети связи

Анализ элементов сети связи, осуществляемый нарушителем посредством ведения несанкционированного мониторинга, представлен на рисунке 1.

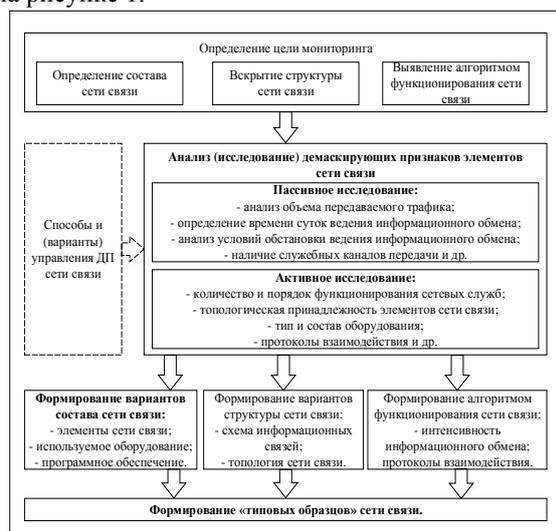


Рисунок 1 - Обобщенный порядок проведения несанкционированного мониторинга элементов сети связи

Из рисунка 1 можно сделать вывод, что осуществление процесса ведения несанкционированного мониторинга элементов сети связи является поэтапным. В первую очередь определяются цели мониторинга (необходимость определения состава сети связи, вскрытие структуры сети связи либо выявление алгоритмов функционирования сети связи). Далее производится анализ демаскирующих признаков (ДП) элементов сети связи и процессов их функционирования. Реализация процесса анализа демаскирующих признаков элементов сети связи осуществляется двумя подсистемами: активной и пассивной [1].

Пассивное исследование выполняет сбор типовых ДП элементов сети связи. К типовым

демаскирующим признакам элементов сети связи относятся: вид излучения, вид модулирующего сигнала; форма огибающей сигнала; мощность излучения; спектр сигналов; значения параметров сигнала; площадь размещения элементов; количество излучаемых фиксированных частот, взаимные удаления элементов и др. [2].

Использование комплексных программных воздействий, которое предполагается в активное исследование, наиболее часто реализуемыми из которых являются: анализ сетевого трафика, сканирование сети, отказ в обслуживании и др.

При завершении процесса анализа ДП начинается формирование множества вариантов сетей связи которое включает в себя отображение параметров по демаскирующим признакам, их обобщение и интеллектуальный анализ. Все это позволяет сформировать «типичные образы» сети связи, отражающие ее функциональные особенности [3].

Анализ существующих методов защиты от несанкционированного доступа

Анализ существующих средств и методов защиты позволил определить, что демаскирующие признаки элементов сети связи, выявляемые активным исследованием, могут быть скрыты методами разграничения доступа и криптографического закрытия семантической составляющей информационного обмена [4].

Однако в существующих методах защиты не всегда учитываются особенности изменения параметров ДП и не имеются возможности управления данными параметрами в зависимости от характера воздействий со стороны злоумышленника. Исходя из выше сказанного возникает необходимость разработки научно-технических предложений, которые позволяют осуществлять формирование защищенной сети связи, путем управления (ослабления, устранения) ее ДП.

В качестве предложения по защите разработан способ управления ДП сети связи [5]. Обобщенная схема, поясняющая способ управления ДП сети связи представлена на рисунке 2.

Суть способа заключается в варьировании значениями управляемых ДП по соответствующим правилам и в заданных пределах, в результате чего, злоумышленник вводится в заблуждение относительно структуры сети связи и параметров её функционирования, что приводит к повышению устойчивости сети связи в условиях деструктивных программных воздействий. В качестве исходных

данных задают множество контролируемых параметров ДП сети связи.

В результате измерения значений данных контролируемых параметров, в ходе выполнения цикла анализа, формируют группы контролируемых параметров ДП и задают коэффициенты важности для каждой группы. Дополнительно определяется количество управляемых и неуправляемых ДП. Перед развертыванием, разрабатываются варианты ложного функционирования сети связи.

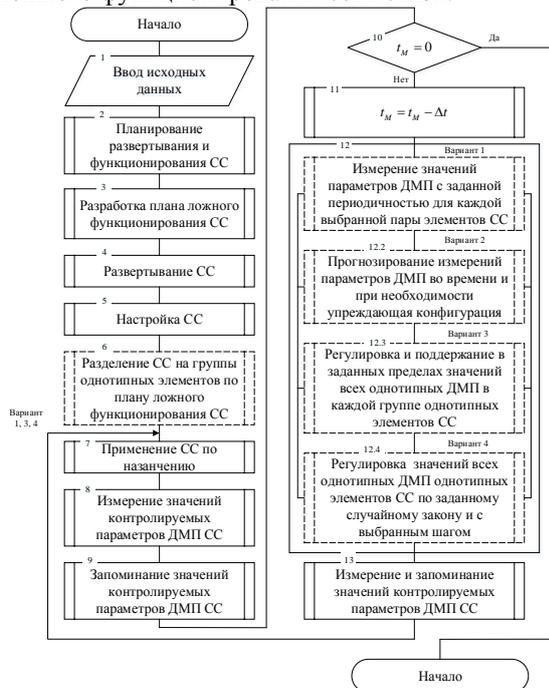


Рис. 2. Обобщенная схема способа управления ДП сети связи

После этого осуществляют развертывание сети связи, настраивают основные параметры и применяют ее по назначению. На функционирующей сети связи производят измерение значений контролируемых параметров ДП и запоминают их с целью дальнейшего использования.

Способ предполагает управление защищенностью сетей связи по нескольким направлениям [5].

В первом варианте злоумышленник вводится в заблуждение относительно структуры сети связи и ее параметров за счет периодического (по необходимости корректируемого) взаимного изменения ДП на выбранных парах элементов сети связи [5].

Во втором варианте злоумышленник вводится в заблуждение относительно структуры сети связи и ее параметров на основе прогнозирования значений показателей ДП и, при необходимости, упреждающей реконфигурации сети связи.

В третьем варианте заявленного способа злоумышленник вводится в заблуждение относительно структуры сети связи и ее параметров за счет принудительной регуляции (с заданной периодичностью) и поддержания в установленных пределах на однотипных элементах сети связи значений всех однотипных признаков [5].

В четвертом варианте злоумышленник вводится в заблуждение относительно структуры сети связи и ее параметров за счет одновременного изменения всех однотипных параметров ДП в каждой группе всех однотипных элементов сети связи по заданному случайному закону и шагу с заданным периодом так, чтобы параметры демаскирующих признаков элементов сети связи попали в заданный интервал значений [5].

Заключение

Таким образом, использование способа управления ДП сети связи, с возможностью корректировки значений, управляемых ДП ее элементов в заданных значениях и упреждающей реконфигурации, позволяет снизить эффективность ведения несанкционированного мониторинга элементов сети связи.

Кроме того, полученные результаты могут использоваться при проведении исследований по разработке методов и способов защиты сетей связи в условиях внешних деструктивных программных воздействий, а также при проектировании систем защиты сетей связи в рамках определения защитного ресурса.

Список использованных источников

1. Зима В. М., Молдовян А. А. Безопасность глобальных сетевых технологий. СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 368 с.
2. Меньшаков Ю. К. Защита объектов и информации от технических средств разведки. – М: РГГУ, 2002. – 399 с.
3. Петренко С. А. Методы информационно-технического воздействия на киберсистемы и возможные способы противодействия. – Труды ИСА РАН, том 41, 2009. 104-146 с.
4. Пат. 2419153 Российская федерация, МПК G06N 5/00. Способ контроля демаскирующих признаков системы связи / Е. В. Гречишников [и др.]; заявитель и патентообладатель Академия ФСО России. – № 2009125131/08; за-явл. 30.06.09; опубл. 20.05.11, Бюл. № 1. – 22 с.
5. Пат. 2450337 Российская федерация, МПК G06F 15/00. Способ (варианты) управления демаскирующими признаками системы связи / Е. В. Гречишников [и др.]; заявитель и патентообладатель Академия ФСО России. – № 2011117814/08; заявл. 03.05.11; опубл. 10.05.12, Бюл. № 13. – 19 с.

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ УСТРОЙСТВА НАГРУЗОЧНО-РЕГИСТРИРУЮЩЕГО «ГАММА-500»

Роговых А.В.

Научный руководитель: Наталинова Н.М., к.т.н., доцент кафедры КИСМ
Томский политехнический университет, Институт кибернетики
nastyia_rogovyh@mail.ru

Введение

Целью настоящей публикации являются анализ погрешности устройства нагрузочно-регистрирующего «Гамма-500», применяемого для аттестации источников питания для дуговой сварки перед эксплуатацией и разработка методов испытаний Устройства.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

- нормировать метрологические характеристики для устройства, нагрузочно-регистрирующего Гамма-500;

- определить методы контроля на устройство, нагрузочно-регистрирующее «Гамма-500» на безопасность при работе с ним и на соответствие установленным метрологическим характеристикам, а также определить необходимость обязательного подтверждения соответствия устройства.

Устройство, нагрузочно-регистрирующее «Гамма-500» является вновь разработанным и применяется в сферах государственного регулирования. Для права официального осуществления производства и продажи данного Устройства необходимо провести процедуру утверждения типа [1]. Для этого необходимо нормировать его метрологические характеристики в соответствии с правилами по метрологии и подобрать методы испытаний Устройства. Выбор методов контроля очень важен, потому что при контроле выявляются все дефекты устройства и обеспечивается его безопасность.

Экспериментальным методом были установлены технические характеристики нагрузочно-регистрирующего устройства «Гамма-500», приведенные в таблице 1.

Таблица 1. Технические характеристики устройства

Пределы регулирования входного тока, А	0 - 500
Дискретность регулирования входного тока, А	10
Пределы измерения входного напряжения, В	0 - 100
Класс точности измерений	1,0
Длительность одного цикла работы (измерения), с	2
Количество запоминаемых записей циклов работы	150

Устройство, нагрузочно-регистрирующее «Гамма-500» имеет класс точности 1,0. Испытательное оборудование для контроля метрологических характеристик Устройства принимается в соотношении три к одному между погрешностью поверяемого Устройства и рабочим

эталоном. Проведя сравнительный анализ точности поверяемого Устройства и возможного рабочего эталона, выяснили, что в качестве испытательного оборудования могут быть использованы осциллографы LeCroy или платформа National Instruments. Источник питания подключаем к Устройству «Гамма-500», затем к выходным клеммам источника питания подключаем рабочий эталон. Подается сигнал с источника питания на устройство и рабочий эталон, показания фиксируются и запоминаются. Схема подключения источника питания к Устройству и рабочему эталону представлена на рисунке 1.

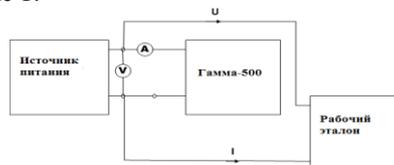


Рисунок 1 - схема подключения источника питания к устройству «Гамма-500» и рабочему эталону

Кроме контроля метрологических характеристик Устройства необходимо проверить его безопасность при эксплуатации в соответствии с техническими условиями.

Рассмотрим методы контроля: общие требования, внешний осмотр, проверка электрического сопротивления изоляции, проверка электрической прочности изоляции, испытание на транспортирование, испытание на влагуустойчивость, проверка электрического сопротивления металлических частей доступных прикосновению. Рассмотрим каждый раздел методов контроля отдельно друг от друга. Методы контроля:

1. Общие требования:

– все испытания должны проводиться в нормальных климатических условиях с учетом настоящих технических условий;

– проверка и оценка комплектности устройства. Проверку комплектности устройства проводить визуально на соответствие требованиям раздела «Комплектация» настоящих технических условий.

2. Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра необходимо проверить:

- отсутствие механических повреждений корпуса устройства ухудшающих внешний вид и влияющих на его работоспособность, соответствие

габаритных размеров устройства сборочному чертежу;

- отсутствие повреждений соединительных кабелей (обрыв, нарушение изоляции), наличие подведенного электропитания к измерительным компонентам;

- состояние лакокрасочных покрытий корпуса, состояние внешнего вида устройства, пояснительных надписей.

Устройство считается выдержавшей испытание, если не обнаружено вышеперечисленных дефектов.

3. Проверка электрического сопротивления изоляции

Сопротивление электрической изоляции клемм подключающей напряжения питающей сети от корпуса устройства измеряется вольтметром В7-36 с заданным рабочим измерительным напряжением не более 5 В.

Проверка сопротивления изоляции между каждым контактом корпусом изделия проводится как в прямой, так и в обратной полярности подключенного измерительного прибора.

Отсчет показаний, определяющих сопротивление изоляции, производится после выдержки 1 минуту. с момента подключения измерительного прибора. Если показания устанавливаются за время менее 1 минуты, то время выдержки сокращается.

Сопротивление изоляции считается в пределах нормы, если через 1 минуту от начала проверки прибор показывает сопротивление не менее 20 МОм.

4. Проверка электрической прочности изоляции

Проверка электрической прочности изоляции проводится на пробной установке типа УПУ-10 между группами контактов согласно п.3. Величина испытательного напряжения составляет 1500 В частотой 50 Гц.

Испытание следует начинать с напряжения 500 В, которое плавно или ступенчато с шагом не более 75 В увеличивают до полного значения, при этом время его нарастания испытательного напряжения до полного значения должно быть не более 10 с. Полное испытательное напряжение выдерживают в течение 1 минуты, после чего плавно или ступенями понижают 500 В и отключают.

5. Проверка электрического сопротивления металлических частей, доступных прикосновению

Проверка электрического сопротивления металлических частей, проводится на отключенном от питающей сети и от источника питания дуговой сварки устройстве.

Сопротивление проверяется прибором типа Е6-18/1 между контактом подключения нейтрального провода питающей сети и клеммой заземления корпуса устройства. Измеренные значения сопротивления не должны превышать 0,1 Ом.

6. Испытание на транспортирование

Испытанию на ударную прочность при транспортировании подвергаются устройство в соответствии с требованиями ГОСТ 17516.1. Устройство в транспортном ящике крепится на платформе ударного стенда 12 МУ-50/1470 в транспортном положении и подвергается воздействию вертикальных нагрузок. Параметры вертикальных нагрузок: пиковое ударное ускорение (3 – 150) м/с², длительность воздействия ударного ускорения (1,5 – 40) мс, число ударов (10 – 100) уд/мин.

После испытания устройство извлекают из ящика, производится его внешний осмотр по п. 2 и проверка электрических параметров в составе устройства. Кроме того, для обеспечения безопасности при работе с Устройством «Гамма-500» нужно определить необходимость проведения сертификации данного устройства в соответствии с законодательством РФ.

Устройство нагрузочно-регистрирующее «Гамма-500» относится к низковольтному оборудованию, подключаемому к персональным электронным вычислительным машинам. Устройство подлежит обязательному подтверждению соответствия требованиям технического регламента на низковольтное оборудование [2].

Заключение

Для испытаний Устройства нагрузочно-регистрирующему «Гамма-500»: был изучен принцип действия устройства, проведен анализ действующий нормативной документации, были выделены требования к устройству нагрузочно-регистрирующему «Гамма-500» как метрологические так и технические. Были определены методы испытаний, которые позволяют осуществлять контроль за соблюдением требований безопасности низковольтного оборудования. Правильные подобранные методы контроля и испытательное оборудование дают достоверную информацию для испытателя. Выявлено, что кроме утверждения типа Устройства, нужно провести обязательное подтверждение соответствия Устройства установленным требованиям.

Список литературы

1. P. Greeff*, O. Kruger. Cost effective robust rule calibration system // International Journal of Metrology and Quality Engineering.–2014.– V.5. – P.6.

2. J. Potzick. Metrology and process control: Dealing with measurement uncertainty //Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering. – 2010. – V.7638.

ЧИСЛЕННАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ФАЗОВОЙ ГРУППИРОВКИ НА ПРИМЕРЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЯДОВ

Сорокин В.А., Рохмистров Д.С., Волков Ю.В., Завьялов П.Б.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
Томский коммунально-строительный техникум
vas1@tpu.ru

Введение

В данной работе проведено исследование рядов среднемесячной температуры, полученных за 55 лет на 333 метеостанциях, расположенных на территории Евразии. Цель исследования состоит в программной реализации алгоритма фазовой группировки.

Основным источником энергии, обуславливающим природно-климатические процессы на Земле, является Солнце. Энергия поступает в виде солнечной радиации, несущей свет и тепло, в разных диапазонах длин волн. Прямое и рассеянное излучение поглощается поверхностью Земли, которая нагревается, и сама становится источником тепла. С учетом географической широты, самое большое количество тепла получают нижние слои атмосферы, непосредственно прилегающие к земной поверхности; они и нагреваются до наиболее высоких температур. Таким образом, земная радиация определяет температурный режим и соответствующие ему циркуляции в атмосфере. Температура является первичным фактором формирования погоды и климата [1].

Анализ структуры климатических полей (районирование, классификация и т.п.) направлен на выявление закономерностей формирования различных типов климата в глобальной климатической системе. С другой стороны, определение территориальных границ типов климата, различных по своим свойствам, позволяет организовывать накопленные к настоящему времени значительные объемы климатических данных в небольшое число информационных структур. Мы предлагаем оригинальный метод классификации климата, позволяющий решать обе задачи в любых пространственных и временных масштабах [2].

Фаза температурных рядов

Среднемесячные изменения за исследуемый период формируют колебательный процесс с квазипериодом в один год. Для характеристики погоды представляют интерес температурные изменения, отклоняющиеся от годового цикла. Однако из непротиворечивое выделение затруднено [3].

Как оказалось, частотный спектр температурного колебательного процесса является узкополосным и для большинства метеостанций имеет одну моду, что позволило использовать условия причинности и ввести фазу колебания,

применяя теорию аналитического сигнала [4-6]. Годовая составляющая фазы представляет собой линейную функцию, она удалялась из фазы методом наименьших квадратов на интервале 55 лет. Оставшиеся флуктуации фазы позволяют непротиворечиво исследовать их согласованное поведение или синхронность, применяя в виде меры этой характеристики коэффициент корреляции по Пирсону.

Алгоритм фазовой группировки

Для того, чтобы сгруппировать станции со схожим климатом был разработан алгоритм сравнения их фаз путем расчета попарного коэффициента корреляции для каждой из фаз, полученных ранее, получении типовых фаз на их основе и конечной группировки станций по их фазам.

На рисунке 1 приведена общая блок схема расчета типовых фаз. Вычисленные фазы для каждой из групп подаются на вход узла *CorrTable*, где высчитывается попарный коэффициент корреляции. На следующем этапе полученная таблица корреляции фаз передается в узел *CorrComparison*. Здесь формируются группы из тех температурных рядов, которые имеют с формирующим группу рядом коэффициенты корреляции выше заданного уровня g . На основе сформированных групп в узле *AvPhasesCalc* рассчитываются типовые фазы текущей итерации как среднеарифметическая оценка первого уровня.

Описанные процедуры включались в итеративный процесс, в котором входными данными были типовые фазы предыдущего уровня, а выходными – типовые фазы следующего уровня для каждого температурного ряда, и, соответственно, для каждой метеостанции. При этом, группы изменялись в соответствии с пороговым критерием g главным образом за счет включения элементов, не входивших в данную группу на предыдущем шаге.

Порог g определяет размер группы и связность исходных фаз с текущей в процессе итераций.

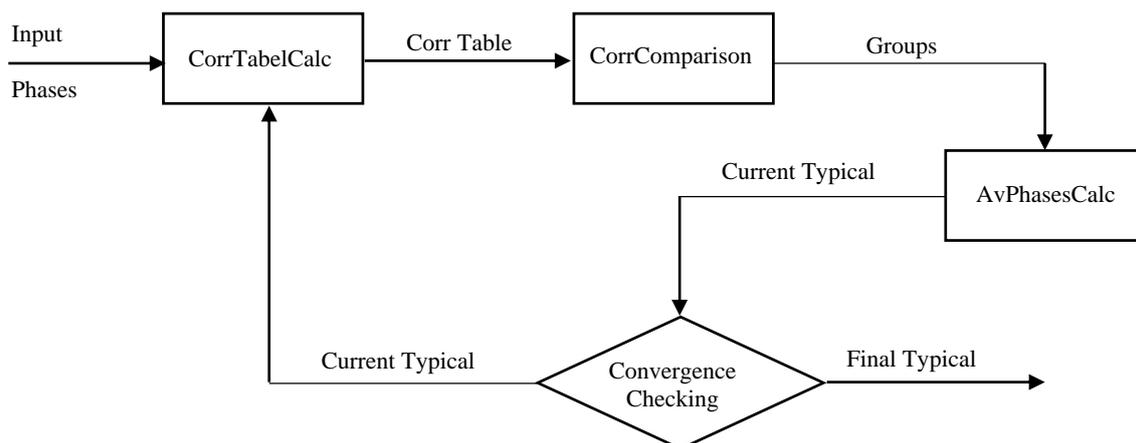


Рисунок 1 - Общий алгоритм расчета типовых фаз

Заключение

Разработан и реализован алгоритм фазовой группировки метеостанций на основе данных среднемесячных температур. Результаты работы алгоритма представлены на рисунке 2.

Естественное происхождение установленной фазовой модуляции подтверждено совпадением

известных представлений о географии климата с климатическими классами, выделенными путем формирования типовых фаз в итерационном процессе. Таким образом, фазировка и синхронность являются существенными особенностями климатических процессов на Земле.

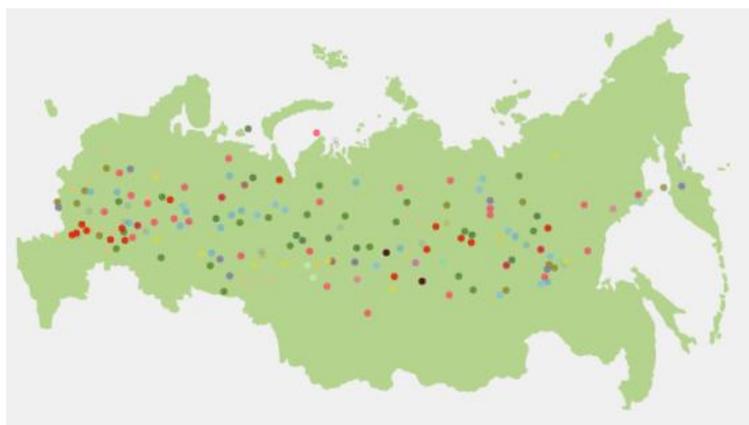


Рисунок 2 - Визуализация результата работы алгоритма

Список использованных источников

1. В. О. Попова, Ю. В. Волков; науч. рук. Ю. В. Волков // Неразрушающий контроль: электронное приборостроение, технологии, безопасность: сборник трудов IV Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, Томск, 26-30 мая 2014 г. в 2 т. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 2014. — Т. 2. — [С. 211-213].

2. В.А. Тартаковский, В.А. Крутиков, Ю.В. Волков, Н.Н. Чередыко Классификация климата путем анализа фазы температурных рядов // Оптика атмосферы и океана. - 2015. - №8. - С. 711-718.

3. Ю.В. Волков, В.А. Тартаковский Региональная группировка данных, полученных на метеостанциях Евразии // Энергетика: Эффективность, надежность, безопасность. - Томск: ООО "СКАН", 2013. - С. 177-178.

4. Вакман Д.Е., Вайнштейн Л.А. Амплитуда, фазы частота - основные понятия теории колебаний // Успехи физических наук. 1977. 123. Вып.4. С.657.

5. Vakman D. On the analytic signal, the Teager-Kaiser energy algorithm, and other methods for defining amplitude and frequency // IEEE Trans. Signal processing. 1996. 44. № 4. P.791.

КЛИЕНТ-СЕРВЕРНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ СВОДОК ПО АЭРОДРОМУ

Козловский В.А., Попов В.Н.

Научный руководитель: Ботыгин И.А.
Томский политехнический университет
v@socialsib.net

Погода оказывает значительное влияние на нашу жизнь и на экономику стран. Кто точнее сможет предсказывать состояние атмосферы, будет эффективнее использовать этот ресурс для развития экономики, защиты населения и собственности от опасных его проявлений. Так, например, прогноз помогает избежать крупных потерь урожая в случае неблагоприятных условий, повышенного расхода топлива и повреждения судов в случае штормовых ветров и тумана. Значительный экономический эффект дает учет прогнозов температуры воздуха для определения начала и конца отопительного периода и его режимов. До появления авиации не было необходимости в прогнозировании ветра и температуры воздуха на больших высотах, турбулентности, низкой облачности. В настоящее время, когда авиация стала важной отраслью экономики, точность информации о ветре по маршруту полета и специализированных прогнозов погоды по аэродрому является одним из факторов, существенно влияющих на экономическую эффективность воздушно-транспортных перевозок. Однако наибольшее значение прогнозы погоды имеют для обеспечения безопасности людей. Тропические циклоны, ураганные ветры, смерчи, град, сильные снегопады, наводнения не только причиняют огромный экономический ущерб, но и уносят человеческие жизни.

Для того чтобы предугадать погоду, необходимо проводить как можно больше наблюдений, на основе которых можно сделать прогноз. Наблюдения со станций передаются в виде специальных кодированных метеосводок.

Кодированные сводки используются для международного обмена метеорологической информацией, включающей данные наблюдений, получаемые посредством Глобальной системы наблюдений Всемирной службы погоды (ВСП), и обработанные данные, поставляемые Глобальной системой обработки данных и прогнозирования ВСП. Кодированные сводки используются также для международного обмена данными наблюдений и обработанными данными, требующимися для специального применения метеорологии в различных областях человеческой деятельности, и для обмена информацией, имеющей отношение к метеорологии.

Коды составлены из набора кодовых форм и двоичных кодов, состоящих из символических букв (или групп таких букв), обозначающих метеорологические или, в определенных случаях, другие геофизические элементы. В сводках эти символические буквы (или группы букв) заменяются цифрами, обозначающими величину или состояние описываемых элементов. Для различных символических букв были выработаны спецификации, в соответствии с которыми эти буквы заменяются цифрами. В некоторых случаях спецификации символических букв позволяют непосредственно осуществлять замену цифрами. В иных случаях необходимо использовать кодовые цифры, спецификации которых даются в кодовых таблицах. Кроме того, разработано определенное количество символических слов и символических цифровых групп для использования их в качестве названий кодов, кодовых слов, символических приставок или отличительных групп.

В этой работе будут использованы метеосводки на основе кода FM15 – METAR.

METAR (METeorological Aerodrome Report) – авиационный метеорологический код для передачи сводок о фактической погоде на аэродроме. Также является кодовым названием регулярной сводки, составленной в одноименном коде.

Сводки в коде METAR содержат данные о скорости и направлении ветра, видимости, дальности видимости на взлетно-посадочной полосе (ВПП), атмосферных явлениях, облачности, температуре воздуха, температуре точки росы, атмосферном давлении, прогнозе на посадку типа «Тренд» (на ближайшие 2 часа). В сводку может включаться и дополнительная информация (явления предшествующей погоды, сдвиг ветра, состояние ВПП и т. д.).

Сводки в коде METAR выпускаются для распространения и использования за пределами аэродрома составления этих сводок для целей:

- предполетной подготовки пилотов на авиационной метеорологической станции аэродрома вылета;
- обеспечения пилотов информацией о погоде на аэродроме назначения и на запасных аэродромах (как во время предполетной подготовки с помощью системы «Брифинг», так и при нахождении на маршруте через диспетчеров службы ОрВД);

- обеспечения радиовещательных передач ВОЛМЕТ.

Фрагмент расшифровки кода METAR приведен на рисунке 1.

Метеосводка передается оператором в созданный конвертер через web-интерфейс. Конвертер расшифровывает метеокод и записывает полученные сводки в базу метеоданных. В последствии данные можно получить за любой период.

Для разработки приложения использован язык программирования PHP и СУБД MySQL. PHP достаточно простой язык для построения веб-приложений, с его помощью достаточно легко создать онлайн систему для обработки и хранения метеоданных. MySQL – свободно распространяемая и широко используемая система управления базами данных.

Данное приложение позволяет автоматизировать ввод данных, их обработку и хранение. Взаимодействие происходит через web интерфейс посредством веб-браузера, что позволяет работать с базой метеосводок удаленно.

Список используемых источников

1. Наставление по кодам. Режим доступа: http://www.aviamettelecom.ru/docs/lib2/WMO306_Vol_I.1_2011_ru.pdf (дата обращения 15.09.2015).
2. Предсказание погоды: методы, роль и значение прогнозов. Режим доступа: <http://pogodaprognoz.ru/blog/predskazanie-pogody-metody-rol-znachenie-prognozov> (дата обращения 15.09.2015).
3. METAR. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/METAR> (дата обращения 15.09.2015).
4. Расшифровка кода metar, расшифровка кода taf. Режим доступа: <http://www.milmeteo.org/cod.php> (дата обращения 15.09.2015).

		Международный метеорологический авиационный код METAR (SPECI) - фактическая погода на аэродроме	
METAR – регулярная сводка	METAR или SPECI	указатель сводки	0
SPECI – специальная сводка			1
COR – скорректированная сводка	COR		2
Международное четырехбуквенное обозначение аэропорта	CCCC	дата и срок наблюдения	3
YY – число текущего месяца	YYGGVVZ		4
GG – часы			5
gg – минуты			6
Z – буквенный указатель UTC			7
NIL – отсутствующая сводка			8
AUTO – автоматизированное наблюдение	AUTO		9
ddd – направление в градусах (VRB – переменный)	dddftSpfm	ветер	10
ff – скорость	KMH KT MPS		11
G – буквенный указатель максимальной скорости			12
fm – максимальная скорость (порывы)			13
KMH – км/ч, KT – узлы, MPS – м/с			14
VVV – преобладающая горизонтальная видимость в метрах (9999=10км и более)	VVV (NDV)	преобладающая видимость	15
NDV – направление видимости при автомат. наблюдениях не определено			16
R – буквенный указатель RVR	RDR/LL/RR/CL	видимость на ВПП R/R	17
DrDr – номер ВПП (для параллельных ВПП L-левая, R-правая, C-центральная)			18
VrVrVrVr – видимость на ВПП в метрах (P2000=более 2000м, M0050=менее 50м)			19
i – тенденция изменения видимости на ВПП (N – не изменяется, D – ухудшается, U – улучшается)			20
Особые явления текущей погоды (Таблица 1)	WW	явления погоды	21
NsNsNs – количество облаков (Таблица 2)	NsNsNshshs(SC)	облачность или вертикальная видимость	22
VV – буквенный указатель вертикальной видимости	VVhshs		23
hshshs – высота НГО или вертикальная видимость (Таблица 3)			24
(SC) – форма облаков (CB – кучево-дождевые, TCU – мощно-кучевые)			25
Включается вместо групп 6-9 при условиях: - видимость 10км и более; - нет облаков с НГО < 1500м; - отсутствует СВ; - нет особых явлений погоды (Таблица 4)	CAVOK	индикатор хорошей погоды	26
TT' – температура воздуха (°C) (M – при отрицательных значениях)	TT'TT'd	температура воздуха	27
T'dT'd – температура точки росы (°C) (M – при отрицательных значениях)		температура точки росы	28
(Q)A – буквенный указатель (Q – гПа, A – дюймы)	QRRhRRhR	давление	29
PhPhPhPh – давление QNH, приведенное к среднему уровню моря по условиям стандартной атмосферы	RRhRRhR		30
RE – буквенный указатель погоды за последний час	REWW		31
WW – явление погоды за последний час (Таблица 1)			32
WS – сдвиг ветра в приземном слое	WS	дополнительная информация	33
RWY – ВПП (ALL RWY – на всех ВПП)	RWY		34
DrDr – номер ВПП (для параллельных ВПП L-левая, R-правая, C-центральная)	DR		35
W – буквенный указатель группы «температура поверхности моря и состояние моря»	WS ALL		36
TsTs – температура поверхности моря (°C)	(MtsTsSS)		37
S – буквенный указатель группы «состояние моря»			38
S' – кодовое обозначение характеристик состояния моря (Таблица 4)			39
DrDrErCrerErBrBr – (Таблица 5) или SNO CLO – аэродром закрыт в связи с экстремальными снежными осадками	состояние ВПП		40
NO SIG – изменения не ожидаются; TEMPO – временные изменения; BECMG – устойчивые изменения	TTTTTTGGVV	прогноз "TREND" (прогноз на период)	41
TT – AT – на, FM – от, TL – до			42
GG – часы			43
gg – минуты			44
Включается согласно национального пашения	RMI		45

Рисунок 1 - Код METAR

ДОРАБОТКА ПРОТОКОЛА DMX512 ДЛЯ ДВУСТОРОННЕЙ СВЯЗИ

Волшин М.Е.

Научный руководитель: Тутов И.А.
megamax42rus@gmail.com

Введение

В настоящее время на концертах в сфере шоу бизнеса наиболее известным протоколом управления световыми приборами является DMX512. Этот цифровой протокол связи был разработан в 1986 и хорошо себя зарекомендовал. Протокол DMX512 используется для передачи управляющих сигналов от консоли управления к световым приборам дифференциальную линию. Линия с интерфейсом RS-485 может достигать 1 км. Передача информации идёт только в одну сторону, а зачастую бывает полезно знать определённые данные непосредственно на конечном световом приборе, например, температуру в корпусе или целостность лампы. Поэтому необходимо в уже имеющемся стандарте реализовать механизм получения информации от световых приборов.

Описание протокола DMX512

Из названия протокола можно догадаться, что означает цифра 512 – число информационных каналов, передаваемых по одной линии связи. Канал, передаваемый протоколом DMX512, представляет комбинацию бит состояния канала, которые образуют целочисленное значение от 0 до 255. Это и есть та информация, которая используется световыми приборами, т.е. одной линией можно независимо управлять 512 каналами.

Устройства могут иметь как 1 канал управления, так и несколько. Например, световая головка может иметь 16 каналов управления: X, Y оси поворота головки, фокусное расстояние, интенсивность свечения лампы, выбор цвета, выбор фильтра, трафарета, призмы и многое другое. Другой пример: силовой диммер – устройство, для управления свечением ламп

накаливания путём изменения действующего напряжения при помощи тиристорного преобразователя. Диммер может занимать все 512 каналов и управлять 512 лампами накаливания.

Теперь посмотрим на временную диаграмму (рис. 1) передачи данных по этому протоколу. В состоянии покоя линия находится в логической «1». Значения каналов передаются последовательно, начиная с первого и заканчивая последним. Биты в канале передаются, начиная с приёма стартового бита (4) – сигнал, начала приёма канала, далее идёт комбинация из 8 бит от младшего бита (5) до старшего (6). Окончание передачи 8 бит сопровождается 2 стоповыми битами (7 и 8). Номер последнего канала может быть меньше 512 – спецификация протокола позволяет передавать не все каналы.

Для определения начала передачи первого канала предусмотрен специальный сигнал (1) – break, длительностью не менее 88мкс. После сигнала break (2) линия возвращается в состояние логической «1» на 8мкс. Такая комбинация даёт знать принимающим световым приборам, что следующая комбинация будет приём нулевого канала (3). По спецификации протокола DMX512 значение нулевого канала (14) передаётся со всеми 8 информационными битами в состоянии логического «0». Это необходимо чтобы принимающие устройства, получившие иное значение в нулевом канале, отвергли входящие данные до следующего break сигнала. Если нулевой канал правильный (все 8 бит в «0») то устройство принимает поток и дожидается приёма в нём своего канала. По окончании приёма последнего канала, через определённое время (10) следует новый break и вся операция приёма

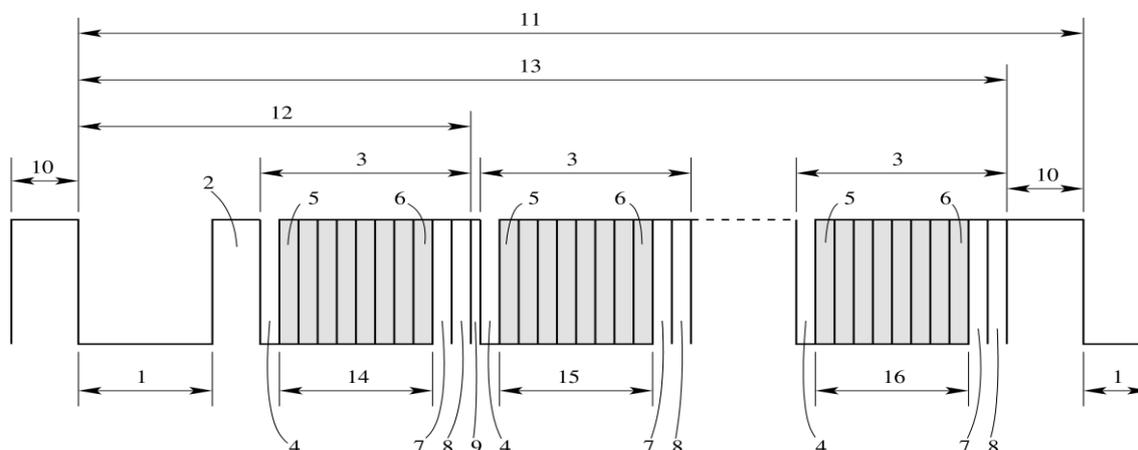


Рисунок 2. Временная диаграмма передачи данных

повторяется заново. Совокупность всей переданной информации от break до break будем называть пакетом.

Используя значение нулевого канала отличное от нуля, можно посылать в линию информацию, не описанную в спецификации протокола DMX512, но и не нарушающую его работу.

Расширение протокола DMX512

Чтобы наверняка не нарушить работу основного протокола DMX512, в передаваемом пакете не будут использоваться каналы выше 512, т.е. длина пакета не будет увеличена. Расширенный протокол поддерживает 4 режима:

- Посыл DMX каналов портов;
- Запрос значения переменных;
- Задание значения переменных;
- Посыл команды.

Для выбора режима из нулевого канала отведено 2 старших бита:

Таблица 1. Режимы

Bit 7	Bit 6	Режим
0	0	Посыл DMX
0	1	Запрос значения
1	0	Задание значения
1	1	Посыл команды

Режим посылы DMX практически не отличается от стандартного посылы DMX, за исключением того, что теперь можно передавать по одной линии не 512 каналов, а 32768 за счёт добавления так называемых портов. При посыле пакета с нулевым значением нулевого байта, оригинальный протокол принимает эту операцию как обычную передачу всех 512 каналов. Но расширенный протокол это понимает как передачу 512 каналов из 0 порта. При посыле пакета со значением 0b00000001, оригинальный протокол этот пакет проигнорирует, а расширенный это поймёт как передачу 512 каналов 1 порта. Таким образом, отводя на значение порта 6 младших бит из нулевого канала, получается 64 порта по 512 каналов в каждом.

Если в Режиме DMX требуется передача только в одну сторону, то в режиме запроса значения переменных требуется, чтобы принимающие устройства не только слушали, но и отвечали на запросы. Для этого передатчики в нужные моменты нужно коммутировать между приёмом и передачей. Запрос значения одного параметра выглядит следующим образом: консоль работает на передачу в линию, устройство на приём из линии. Консоль передаёт break, нулевой канал со значением допустим 0b01000000, первый канал со значением 0b00000001 и после этого консоль

переключается в режим приёма, а устройство, настроенное на 0 порт и имеющее переменную с адресом 1, переключается в режим передачи и передаёт 2 канал, в котором будет значение переменной. После этого консоль снова переключается в режим передачи, а устройство в режим приёма. На этом операция считывания переменной можно считать завершённой. А можно считать ещё одно значение переменной. Для этого консоль в 3 канале отправляет новый адрес переменной и 4 каналом устройство передаст новое значение. Таким образом, можно задействовать 512 каналов и получить 256 значений в одном запросе – одним пакетом.

Режим задания значения переменной выглядит аналогичным образом, только устройства не переключают приём/передачу.

Режим посылы команды аналогичен двум предыдущим режимам, за исключением, отсутствия передаваемых значений, т.е. в порту на линию передаётся адрес команды, и устройства, настроенные на получение команды с таким адресом и портом команды, исполняют её. В одном пакете можно передать до 512 команд.

Таким образом, изменив значение разрядов в нулевом канале, можно значительно повысить функционал протокола.

Таблица 2. Распределение разрядов нулевого канала

Bit	Назначение
7	Выбор Режима
6	
5	Выбор порта
4	
3	
2	
1	
0	

Литература

1. Руководство по применению DMX512 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://dsl.msk.ru/rus/around/dmx512/dmx512.htm>, свободный.
2. DMX512 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.erwinrol.com/dmx512/>, свободный.
3. DMX512 Lighting Control with the Altium NanoBoard 3000 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.element14.com/community/thread/3097//dmx512-lighting-control-with-the-altium-nanoboard-3000?displayFullThread=true>, свободный.

ОБ ОПЕРАТИВНОМ ДЕТЕКТИРОВАНИИ ВИРУСНОГО КОДА В ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИИ

Беломестных Д.А.

Иркутский государственный университет путей сообщения
belomest_da@irgups.ru

Введение

В настоящее время существующие системы мониторинга проверяют только целостность файловой структуры веб-приложения: изменение, добавление или удаление файлов. Специалист, обслуживающий ресурс, вручную проверяет на санкционированность каждое изменение. К таким изменениям можно отнести не только заражение веб-приложения, но и доработку программного кода, установку дополнений, кеширование, загрузку медиа-файлов. Не каждый веб-мастер, веб-программист в состоянии правильно оценить ситуацию, поэтому требуется поддержка специалиста по безопасности веб-приложений. Злоумышленники умело пользуются этим фактом, так как не каждый ресурс сопровождается специалистом по безопасности, и внедряют вирусное программное обеспечение в исходный код или базу данных ресурса. Последствиями заражения или взлома ресурса может быть:

- подмена главной страницы ресурса;
- хостинг для вирусного программного обеспечения;
- спам-рассылки;
- фишинговые страницы;
- несанкционированная реклама;
- кража конфиденциальных данных;
- фильтры поисковых систем;
- блокировка доступа со стороны антивирусных средств, надзорных органов;
- потеря прибыли.

Возможным решением проблемы оперативного детектирования вирусного кода и безопасности ресурса в целом может служить обновленная система мониторинга. Цель обновления – внедрить два сканирующих модуля, которые оперативно детектируют появление вирусного программного обеспечения в исходном коде и базе данных веб-приложения, а так же оповещают о результате проверки администратора ресурса.

Модуль сканирования

Разработана «Система мониторинга и обнаружения вторжений», основными функциями которой являются: выполнение стандартного анализа исходного кода на изменения (удаление, изменение, добавление файлов) и оповещение о результате анализа администратора по электронной почте, периодическое резервирование ресурса, проверка его на наличие вредоносного кода и проверка доступности ресурса [1]. Для решения проблемы оперативного детектирования

вирусного кода необходимо добавить в систему мониторинга сканирующие модули, которые будут проверять изменения в файловой структуре ресурса и базу данных на наличие опасного или вирусного кода, а также отправлять администратору уведомление с описанием сложившейся ситуации и указанием места обнаружения. На данный момент не существует сканера, который с уверенностью может детектировать опасность и вирусный код [2]. Все сканеры работают по базе известных сигнатур. Злоумышленники, создавая новый вирусный код, тестируют его по базам открытых и известных сигнатур, например по базе бесплатной службы анализа подозрительных файлов и ссылок [3]. Данная операция необходима для того, чтобы вирусный код не попал под известную сигнатуру, тем самым делая код не детектируемым антивирусными средствами пока аналитик его не обнаружит и не добавит в базу сигнатур. У коммерческих антивирусных лабораторий период обнаружения нового вида вируса может составлять до 4 недель. Поэтому эффективность антивирусов и других сканеров против нового вредоносного программного обеспечения – менее 5% [4]. Возможным решением проблемы эффективности обнаружения и детектирования вирусного кода может служить разработка сканера на основе нейронной сети.

В проектной работе выделены четыре этапа:

1. обновление существующей системы мониторинга и обнаружения вторжений;
2. разработка и внедрение сканирующего модуля базы данных;
3. исследование нейронной сети;
4. разработка сканирующего модуля на основе нейронной сети.

Обновление

Обновленное функционирование системы детектирования вирусного программного обеспечения в исходном коде согласно алгоритму (рис.1):

- С заданной периодичностью проверяется целостность файловой структуры ресурса.
- Если изменений не зафиксировано, ожидается следующая плановая проверка.
- Если изменения зафиксированы, формируется отчет об измененных, добавленных или удаленных файлах и отправляется на электронный адрес администратору ресурса.
- Измененные и добавленные файлы формируют отдельный файл регистрации событий (лог-

файл) и инициализируется команда сканирующему модулю на проверку.

- Сканирующий модуль проверяет файлы, попавшие в лог-файл, на наличие вирусного или опасного кода и если код обнаруживается, помещает данные файлы в «карантин», заменяя права на минимально возможные. Данная мера может вызвать отказ в работе сайта, поэтому необходимо предусмотреть специально подготовленную HTML-страницу, которая будет оповещать посетителей о технических работах на ресурсе, так же необходима, чтобы ресурс не попал под фильтры поисковых систем как распространяющий вирусы и не был добавлен в базы антивирусных средств.
- Завершающим этапом работы сканирующего модуля является формирование отчета, содержащего информации об обнаруженных изменениях представляющих опасность, и отправка его на почтовый адрес администратора ресурса.

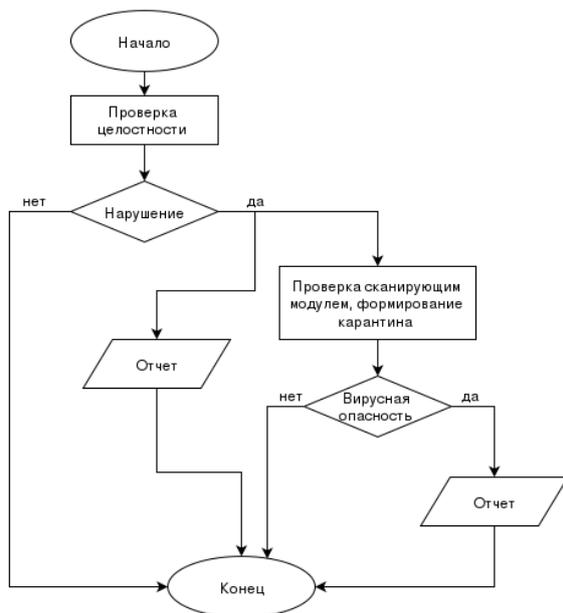


Рис. 1. Блок схема алгоритма работы системы мониторинга

В случае если оперативно проверить почту не возможно, модуль проверки доступности ресурса оповестит с помощью службы мгновенного обмена сообщениями или SMS-сообщением. Данный модуль проверяет доступность ресурса: если обнаруживается ошибка, например 404, или подменяется главная страница, следует оповещение администратора.

Детектирование опасного и вирусного кода в базе данных осуществляется подключением модуля сканирования к серверу баз данных и поиском определенных сигнатур, характерных для заражения веб-приложения таким способом. Такому типу заражения характерно появление в базе данных гиперссылок, ведущих на зараженные

или фишинговые ресурсы, скриптов, подгружающих несанкционированное содержимое на страницы ресурса, и исполняемых скриптов. Завершением работы сканирующего модуля является формирование отчета и отправка его на электронный адрес администратора. Разработка сканирующего модуля на основе нейронной сети должна повысить эффективность, качество и скорость поиска вредоносного кода в веб-скриптах.

Так как периодичность изменений и проверки ресурса может быть различной, например от 1 минуты до 8 часов, остаются не решены 2 проблемы: ресурсоемкость и отказоустойчивость данного подхода. Для виртуальных хостингов данные показатели могут быть критическими.

Вывод

Внедрение модулей сканирования в систему мониторинга, решает проблему оперативного реагирования и вмешательства на несанкционированные действия, к которым относится вирусное заражение ресурса. В случае обнаружения опасности, администратор ресурса будет уведомлен одним из доступных способов оповещения, с кратким описанием и частью кода. Описание поможет администратору оперативно принимать решения. Так же данный подход полезен с экономической точки зрения: ресурс не попадет под фильтры поисковых систем, не будет внесен в базу данных зараженных ресурсов антивирусных программных средств, что, в свою очередь, снизит риск оттока посетителей, ресурс не приобретет низкий рейтинг, плохую репутацию, санкции со стороны надзорных органов.

Список использованных источников

1. Система мониторинга и обнаружения вторжений // Центр информационной защиты - I-MIT URL: <http://new.i-mit.ru/services/services-for-wordpress-sites/> (дата обращения: 20.10.2015).
2. Почему сканеры вредоносного кода детектируют не все вирусы на сайте // Revisium URL: https://revisium.com/ru/blog/manual_scan_.html (дата обращения: 12.10.2015).
3. Бесплатная служба, осуществляющая анализ подозрительных файлов и ссылок (URL) на предмет выявления вирусов, червей, троянов и всевозможных вредоносных программ. // VirusTotal URL: <https://www.virustotal.com/> (дата обращения: 20.10.2015).
4. Imperva: антивирусы — бесполезная трата денег // Хакер URL: <https://haker.ru/2012/12/06/59771/> (дата обращения: 08.12.2012).

СРЕДСТВА ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ИНФОРМАЦИИ

Славгородский Д.О.

Научный руководитель Аврамчук В.С.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
slavgorodskydo@gmail.com

Согласно определению Wikipedia.org: «Восстановление информации — процедура извлечения информации с запоминающего устройства в случае, когда она не может быть прочитана обычным способом. Восстановление может осуществляться с любого компьютерного носителя, включая CD, DVD, жёсткие диски, флеш-память и т. д. Как правило, восстановлению подлежат данные, представляющие определённую ценность [1]». В данной работе рассмотрены основные вопросы восстановления информации с различных носителей.

Причины утери данных

Основными причинами утери данных являются: аппаратные проблемы; проблемы электропитания; механические повреждения; ошибки в программном обеспечении; вирусы; некомпетентность пользователей или администраторов; внешние воздействия из сети. Самые сложные ситуации связаны с первыми тремя пунктами. Они способствуют выходу из строя носителей информации. На сегодняшний день наиболее распространены и актуальны следующие носители информации:

– жесткие диски (HDD – Hard Disk Drive и SSD – solid-state drive).

– USB – носители.

По сути SSD являются теми же USB-накопителями, но с большим объемом диска.

Основными причинами выхода из строя жесткого диска являются:

- 1) Разрушение служебных данных.
- 2) Выход из строя контроллера – из-за сбоев электропитания.
- 3) Повреждение блока магнитных головок и схемы преусилителя-коммутатора.
- 4) Механические повреждения.

У USB-накопителей причинами повреждения данных являются:

- 1) Выход из строя контроллера накопителя.
- 2) Пробой статическим электричеством, неправильное подключение в USB разъем, проблемы с питанием
- 3) Разрушение служебной информации, трансляторов
- 4) Выход из строя микросхем NAND памяти.
- 5) Физические повреждения.
- 6) Разрушение структуры файловой системы [2].

В результате утери информации связана либо с логическими разрушениями, либо с физическими разрушениями, либо и с логическими, и с физическими разрушениями.

Способы восстановления информации.

1 Программный способ восстановления информации (восстановление структуры файловой системы, восстановление удаленных данных файловой системы, восстановление по сигнатурам, вмешанное восстановление, восстановление из резервных копий)

Восстановление поврежденных файлов возможно с помощью программного обеспечения. В ряде случаев восстановление возможно даже с помощью средств прикладных программ, таких как Microsoft Word, WinRAR или 1С:Предприятие, в которых есть функционал добавление избыточной информации с файлы для восстановления.

Существует ряд универсальных программ, позволяющих восстанавливать как с HDD, так и USB-накопителей/flash-накопителей. Примером может служить программа R-Studio.

Из основных возможностей программы можно выделить: восстановление данных по сети; различные поддерживаемые файловые системы; распознавание и анализ схем разделов; поддержка динамических разделов на GPT, а также на MBR; реконструкция поврежденных дисковых массивов (RAID); создание ФАЙЛА-ОБРАЗА для целого Физического Диска (HD), раздела или его части; восстановление данных с поврежденных или удаленных разделов; восстановление данных после запуска FDISK или аналогичных утилит; восстановление данных после вирусной атаки; повреждения FAT; разрушения MBR; распознавание локализованных имен; шестнадцатиричный редактор. [3]

Так же примером может стать утилита Recuva. Возможностями которой являются: восстановление данных с поврежденных и отформатированных носителей информации; восстановление удалённых сообщений из почтового ящика; восстановление структуры папок; глубокое сканирование системы, надежное удаление данных, без возможности восстановления [4]

iRecover. Recover - это утилита восстановления данных без уничтожения или изменения для FAT, FAT32, NTFS и Ext2 файловых систем с возможностью RAID 0 + 5 реконструкцией. [5]

Помимо универсального программного обеспечения (ПО), существует ПО, специализированное под восстановления определенного формата информации. Например:

1) Пакет Office Recovery. Это пакет более 30 утилит. Чтобы дать представление о возможностях

пакета, далее перечислены некоторые входящие в него программы [6].

– Recovery for Word, Recovery for Excel, Recovery for Outlook Express, Recovery for Outlook, Recovery for PowerPoint, Recovery for Publisher, Recovery for Access – восстановление документов Microsoft Office.

– PDFRecovery, PhotoshopRecovery – восстановление документов Adobe.

– PixRecovery – восстановление графических файлов BMP, GIF, TIFF, JPEG.

– ZipRecovery – восстановление архивов ZIP.

– В состав пакета включены средства восстановления документов Microsoft Works, WordPerfect, многих форматов баз данных.

Кроме перечисленных инструментов, в пакет Office recovery входят программы для операций иного рода.

2) Программа JPEG Recovery Pro. ПО для восстановления изображений [7]

3) Photo Recovery Genius. ПО для восстановления фотографий и видео с различных устройств.

Подобного рода утилит, программных пакетов или комплексов много и нет смысла описывать каждый из них. Так как каждый из них в той или иной мере выполняет свое предназначение.

Для восстановления информации с поврежденных с flash-носителей производители создают программы, более подходящие под их контроллеры. Примером могут быть:

– JetFlash Online Recovery. Для восстановления работоспособности USB накопителей Transcend

– USB Flash Drive Online Recovery. У производителя Adata также имеется своя утилита, которая поможет исправить ошибки

– DTHX30. Ремонт флешек Kingston.

– D-Soft Flash Doctor. Эта утилита не привязана к какому-либо определенному производителю. Она позволяет создать образ флешки для последующей работы.

– Flash Memory Toolkit. ПО для тестирования, обслуживания, возможностью backup, и восстановлением утерянных данных.

В сети Интернет есть ресурс <http://flashboot.ru/> на котором можно найти ряд утилит и микропрограмм по работе и восстановлению информации с Flash-накопителей.

2 Программно-аппаратный способ восстановления информации (восстановление информации с гибкого магнитного диска (НГМД), восстановление информации с жесткого магнитного диска (НЖМД), восстановление информации с флеш-накопителей (NAND-Flash) или восстановление с CD/DVD/BD).

Один из наиболее известных программно-аппаратных комплексов является PC-3000 [8]. Это ряд устройств предназначенный для ремонта носителей и восстановления информации:

1) PC-3000 for Windows (UDMA).

Программно-аппаратный комплекс позволяет диагностировать и восстанавливать работоспособность HDD следующих производителей: Seagate, Western Digital, Fujitsu, Samsung, Maxtor, Quantum, IBM (HGST), Hitachi, Toshiba. А так же позволяет восстанавливать данные с жестких дисков

2) Data Extractor UDMA

Используется совместно с комплексом PC-3000 for Windows UDMA. Предназначен для вычитывания информации с дисков, имеющих дефекты поверхности пластин и повреждения логических структур файловых систем.

3) PC-3000 for SCSI

Программно-аппаратный комплекс предназначен для диагностики, ремонта и восстановления данных с любых SCSI и SAS HDD.

4) Data Extractor SCSI

Используется совместно с комплексом PC-3000 for SCSI. Предназначен для вычитывания информации с дисков, имеющих дефекты поверхности пластин и повреждения логических структур файловых систем. Работает с любыми накопителями SCSI, SAS HDD.

5) PC-3000 Portable

Простой в использовании, компактный комплекс предназначен для быстрой диагностики и восстановления данных с поврежденных HDD. Удобен для работы в «на выезде».

Комплекс поддерживает работу с HDD производителей Seagate, Western Digital, Fujitsu, Samsung, Maxtor, IBM (HGST), Hitachi, Toshiba.

6) PC-3000 Flash

Профессиональный инструмент для восстановления данных с физически и логически поврежденных Flash накопителей. Основу комплекса составляет аппаратное считывающее устройство Flash Reader и специализированное программное обеспечение, выполняющее все необходимые преобразования с данных, как на уровне двоичных структур так и на уровне файлов.

Список используемых источников:

1. Режим доступа https://ru.wikipedia.org/wiki/Восстановление_данных

2. Режим доступа <http://komplife.com/index/36-hard-drive-the-reason-for-failure-recovering-information.html>

3. Режим доступа <http://www.r-studio.com/ru/>

4. Режим доступа <https://www.piriform.com/recuva>

5. Крис Касперски. Восстановление данных. Практическое руководство. Издательство БХВ-Петербург. 2007. 352 с.

6. Петр Ташков. Восстанавливаем данные на 100%. Издательский дом «ПИТЕР». 2008. 208 стр.

7. Режим доступа <http://remontka.pro/>

8. Режим доступа <http://rlab.ru/tools/pc-3000.html>

PARALLELIZING PICTURE FILTER OPERATIONS USING NVIDIAS'S CUDA TECHNOLOGY

Martin Weber

Technische Universität München
webermartin89@gmail.com

Introduction

In history the computational power of one single core becomes higher and higher. But it seems to be, that the computational power of one single core doesn't increase as fast as 15 years ago. Rather it stays constant. The tendency goes in the direction to create more cores that can solve a certain task in a parallel manner which is of course faster. But sometimes to use these hardware properly, you need a special way of thinking how to design a program. This includes also to have a well-grounded understanding of the hardware which will be used. It is a bit different from the normal approach to solve tasks strait forward like in normal program code, which normally is designed for single thread application.

One special hardware in a computer is the graphic card. This device seems to be a very powerful computational unit which provides resources that are used to display everything you which on the screen. The main force why the graphic card is so powerful came from the industry of computer games. Of course this computational power is needed for displaying high resolute computer games. But if one doesn't run a computer game, the graphic card doesn't use its power. And this was the idea to introduce the possibility to use the power of the graphic card for own programs to speed them up. Basically a graphic card is a device which consist of a bunch of computational units which operates in parallel manner, that's because of graphic operations are operations which are performed pixel by pixel independently and this leads to the approach to parallelize them. It is exactly done in graphic cards.

One technique which can be used and which I used for research reasons is CUDA from the chip manufacturer NVIDIA. CUDA provides a library which offers the possibility to access the graphic card. The benefit of using CUDA is, it is a library directly from the chip manufacturer, which means the library is well optimized for NVIDIA chips. Unfortunately there is also one disadvantage of using CUDA. You just can use CUDA in combination with NVIDIA chips. There exists no possibility to use CUDA for graphic chips from other manufacturer like Intel or AMD. This is of course a big problem especially if one want to build programs which shall be used platform independent.

Algorithm description

In my research work we wanted to figure out the benefit of using a graphic card instead of using the pure CPU for a filtering task of a 2D picture using a Sobel Filter with a filter size 3 x 3. A filter operation can be seen as a convolution operations. In pure signal theory a

convolution operation is done by using two signals. One signal is fixed whereas the other signal will be shifted and you calculate the integral of the multiplication of these signals. In pictures it is the same. We just have to consider the second dimension. Our picture represents the stationary signal and the shifted signal is our filter. To get the result picture we just put the filter to the pixel which we want to filter. Then we multiply each filter pixel with the corresponding picture pixel and sum them up. This represents a two dimensional convolution operation and gives us the filtered result pixel. In Figure 4 and Figure 5 I depicted the two different Sobel Filters which differs just in the direction whether it is for x-direction or for y-direction. You might noticed that according to the filter size the border pixels of the picture need to be considered separately. There are two ways to deal with this problem. The first one is just neglect these pixel and don't consider them for the filtered picture. I followed also this approach, because it is easier to implement and we just consider the performance of using the graphic chip. So it doesn't matter that we lose the border pixel. For completeness I also will explain the second approach. This approach basically extend the picture according to the lost pixel rows and columns from approach 1 and fill them with the values of the neighbor original border pixels.

-1	0	1
-1	0	1
-1	0	1

Figure 4 Sobel Filter x-direction

1	1	1
0	0	0
-1	-1	-1

Figure 5 Sobel Filter y-direction

To complete the whole Sobel Filter operation, you have to filter the picture with both filters from Figure 4 and Figure 5. I measured the time for each filter operation, it is shown later. After getting this two filtered pictures you have to combine them. It is done by taking each pixel, square them and apply the square root. As an example I used a picture of the Imperial Super Star Destroyer from Star Wars shown in Figure 6. The picture has an original size of 2000 x 8000. For printing reason I also inverted the colors otherwise the background would be black and the starship just appears in a gray shade. In Figure 7 you can see the

filtered result. Also this picture is depicted using inverted colors.



Figure 6 Imperial Super Star Destroyer from Star Wars (inverted colors)



Figure 7 Imperial Super Star Destroyer from Star Wars, Sobel filtered (inverted colors)

I implemented this filtering task in a single thread application just for a CPU and also twice for the graphic chip, once without using of shared memory and once with using of shared memory. Shared memory is a memory inside the graphic card which can be shared by blocks and which is faster than the global graphic memory. A block is a bundle of threads, whereas the number of threads are limited according to the graphic chip. My chip supported 1024 threads per block which I also used.

Analysis

As you can see in the results Figure 8 the CPU based approach took the most time for getting the filter results. Now look at the GPU based approach without using of shared memory. This approach works around 6 times faster than the CPU based approach. The first time of using the filter operation is a bit higher. It might be that there is a kind of initialization which also took a bit time and which isn't done in the second time of filtering. The second GPU based approach uses also the shared memory. It copies first the picture section in a shared memory and performs afterwards the filter operation using the shared memory. As you can see this

result is also faster than the CPU based approach but it turns out that this is a bit slower than the approach without shared memory. I guess this could be because of the more effort of copying the picture sections into the shared memory and the applied calculations aren't so much that you get a benefit. Also synchronization after copying could take a few more time.

	CPU	GPU without shared memory	GPU with shared memory
Sobel x	596.0 ms	108.01 ms	139.63 ms
Sobel y	613.0 ms	98.34 ms	126.88 ms

Figure 8 Time measurements

Conclusion

Different approaches reach different times for getting the result. The use of powerful features does not always lead to the best result as we can see in the result measurements. Nevertheless, the needed time for both GPU based approaches are close to each other, that's why it is hard to predict which one could be better, before you implement one approach. The best way for getting the most powerful implementation is trying different approaches and taking this one which gets the best result for your task.

References

1. Slides: GPU Computing International Summer School 2015, Tomsk Polytechnic University, FernUniversität in Hagen
2. CUDA Documentation, <http://docs.nvidia.com/cuda/cuda-c-programming-guide/>, 25th November 2015

СЕКЦИЯ 2
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И
КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ

ОБ ОЦЕНКЕ СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ

Вежнина О.А., Емельянова Т.В.

Томский государственный университет, Механико-математический факультет

lesya_Shemetova@mail.ru

Введение

Спектральная плотность, представляющая собой преобразование Фурье ковариационной функции стационарного случайного процесса, определяет свойства процесса и позволяет анализировать его структуру. В связи с этим разработка методов построения и статистического анализа оценок спектральных плотностей является одной из главных проблем в спектральном анализе случайных процессов [4].

Последовательные оценки максимального правдоподобия

В работе [3] рассматривалась задача оценивания спектральной плотности стационарного случайного процесса, задаваемого уравнением

$$dX_t = -\theta X_t dt + dW_t, \quad (1)$$

где $\theta > 0$ – неизвестный параметр, W_t – винеровский процесс.

Если начальное условие X_0 распределено нормально $\mathcal{N}\left(0, \frac{1}{2\theta}\right)$, то решение уравнения (1)

$$X_t = X_0 e^{\theta t} + \theta \int_0^t e^{\theta(t-s)} dW_s,$$

является стационарным процессом в широком смысле [2]. Спектральная плотность случайного процесса определяется формулой

$$f(\lambda) = \frac{1}{\pi} \cdot \frac{\theta}{\theta^2 + \lambda^2}. \quad (2)$$

В [3] предлагается использовать для оценивания параметра θ процесса X_t последовательный план $(\tau(H), \hat{\theta}_\tau)$, где марковский момент $\tau(H)$ зависит от заранее назначаемого уровня H и определяется как

$$\tau(H) = \inf\left(t: \int_0^t X_s^2 ds \geq H\right), H = const, \quad (3)$$

$$\hat{\theta}_\tau = \frac{1}{H} \int_0^{\tau(H)} X_s dX_s [5]. \quad (4)$$

Последовательная процедура оценивания (3) - (4) была введена в [2] и там же исследованы ее свойства. Доказательство асимптотических свойств процедуры (3)-(4) при $H \rightarrow \infty$ приводится в [6].

Численное моделирование последовательных оценок

Численное моделирование последовательного оценивания параметра θ методом максимального правдоподобия проводилось при шаге разбиения $\Delta t = 0,05$, величина порога $H = 15$ и $H = 25$. В результате эксперимента при истинном значении θ и порога H , получили оценку $\hat{\theta}_\tau$. Подставляя

оценку параметра θ в формулу (2), получаем, оценку спектральной плотности процесса.

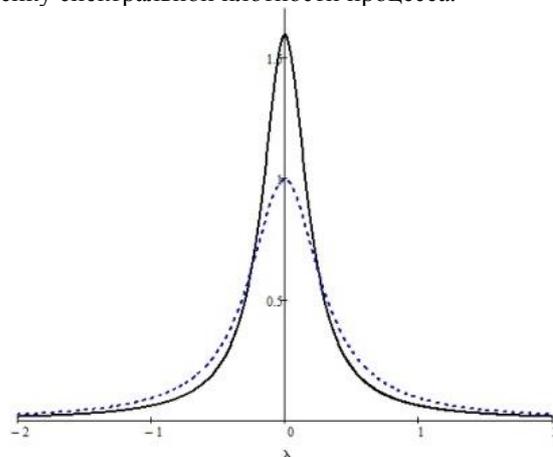


Рис. 1. Оценка плотности стационарного случайного процесса

На рисунке 1 приводятся графики спектральной плотности с $\theta = 0,2$ (сплошная линия) и ее оценки $\hat{\theta}_\tau$ (пунктирная линия). При задаваемом пороге $H = 15$ оценка равна $\hat{\theta}_\tau = 0,32$.

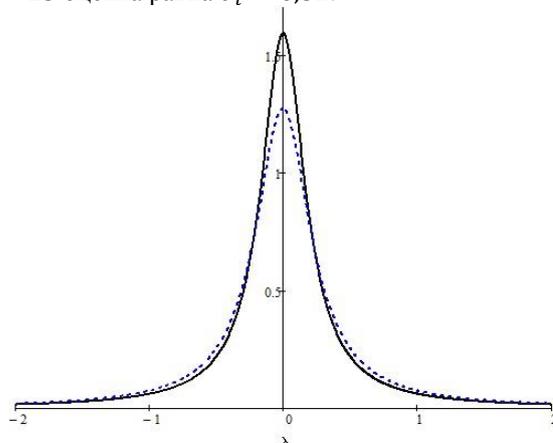


Рис. 2. Оценка плотности стационарного случайного процесса

На рисунке 2 приводятся графики спектральной плотности с $\theta = 0,2$ (сплошная линия) и ее оценки $\hat{\theta}_\tau$ (пунктирная линия). При задаваемом пороге $H = 25$ оценка равна $\hat{\theta}_\tau = 0,25$.

Как видно из графиков, с ростом порога H точность прогноза возрастает.

Оценивание с помощью периодограммы

При построении оценок спектральных плотностей стационарных случайных процессов также применяются периодограммные методы. Оценкой для спектральной плотности $g(\lambda)$ будет функция

$$\hat{g}_N(\lambda) = \frac{1}{2\pi N} \left| \sum_{k=0}^{N-1} X_k e^{-i\lambda k} \right|^2,$$

называемая периодограммой [1].

Для получения состоятельных оценок спектральных плотностей, как правило, используется метод сглаживания периодограмм спектральными окнами $W_N(\cdot)$, $N \in \mathbb{N}$, т.е. используются оценки вида

$$\hat{g}_N^W(\lambda) = \int_{-\pi}^{\pi} W_N(\lambda - \nu) \hat{g}_N(\nu) d\nu.$$

Спектральные окна (рисунок 3) выбираются так, чтобы:

- а) функция $W_N(\lambda)$ имела резкий максимум в окрестности точки 0;
- а) $\int_{-\pi}^{\pi} W_N(\lambda) d\lambda = 1$;
- б) $E|\hat{g}_N^W(\lambda) - g(\lambda)|^2 \rightarrow 0$ при $N \rightarrow \infty$ для $\lambda \in [-\pi, \pi]$.

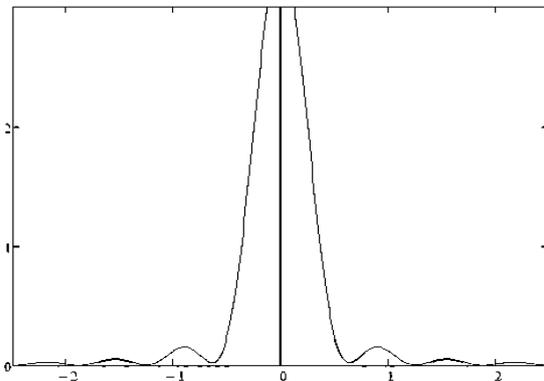


Рис. 3. Спектральное окно

Рассмотрим оценки Бартлета, которые строятся с помощью окон $W_N(\lambda) = a_n B(a_n \lambda)$, где

$$B(\lambda) = \frac{1}{2\pi} \left| \frac{\sin \frac{\lambda}{2}}{\frac{\lambda}{2}} \right|^2, B(0) = \frac{1}{2\pi},$$

а a_n возрастающая последовательность, где $\frac{a_n}{N} \rightarrow 0$ ($N \rightarrow \infty$).

С помощью численного моделирования проведено сравнение последовательной оценки с оценкой, полученной путем сглаживания периодограммы с помощью окон Бартлета.

Численное моделирование оценок Бартлета

Численное моделирование оценок Бартлета и последовательного оценивания параметра θ методом максимального правдоподобия проводилось при шаге разбиения $\Delta t = 0,05$, величина порога $H = 15$. При этом оценка плотности имеет вид (рисунок 3).

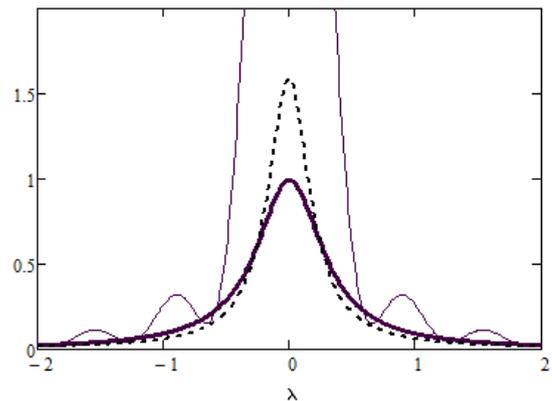


Рис. 4. Оценка плотности стационарного случайного процесса

На рисунке 4 приводятся графики спектральной плотности с $\theta = 0,2$ (пунктирная линия), ее последовательной оценки $\hat{\theta}_\tau = 0,32$ (сплошная жирная линия) и оценки Бартлета (сплошная тонкая линия).

Численное моделирование показывает, что последовательная оценка лучше оценки, полученной путем сглаживания периодограммы окнами Бартлета. Это объясняется еще и тем, что в случае последовательного оценивания имеется больше априорной информации о наблюдаемом процессе.

Заключение

В данной работе с помощью имитационного моделирования произведено сравнение последовательных оценок спектральной плотности с оценками, полученными путем сглаживания периодограммы окнами Бартлета.

Список использованных источников

1. Булинский А.В., Ширяев А.Н. Теория случайных процессов. – М.: Физматлит, 2003. – 399 с.
2. Липцер Р.Ш., Ширяев А.Н. Статистика случайных процессов. – М.: Наука, 1974. – 696 с.
3. Научная конференция студентов механико-математического факультета ТГУ: Сборник конференции (Томск, 24-30 апреля 2014 г.) – Томск: Томский государственный университет, 2014 г. – 89 с.
4. Новиков А. А. Последовательное оценивание параметров процессов диффузионного типа. Мат. заметки. – Т. 12, вып. 5, 1972. – 627-638 с.
5. Пергаменщиков С. М. Асимптотические свойства последовательного плана оценивания параметра авторегрессии первого порядка. Теор. вероят. и ее примен. – Т. 36, вып. 1, 1992. – 42-53 с.
6. Розанов Ю.А. Стационарные случайные процессы. – М.: 1963. – 284 с.

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ ГЕТЕРОГЕННЫХ ХРАНИЛИЩ ДАННЫХ

Саклаков В. М.,

Научный руководитель – к. т. н. Иванов М. А.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
romanov_ky@mail.ru

Долгое время количество данных в системах управления базами данных (СУБД) не превышало некоторой критической отметки. В тот период времени SQL (structured query language) являлся наиболее значимым инструментом формирования и обработки данных в реляционных базах данных (РБД). Данный язык, как и подход в целом, развивался с 1970-х годов и на данный момент обладает рядом значимых свойств:

1. Простота переноса текстов SQL-запросов в различные СУБД позволяют не зависеть от какой-либо из них.

2. SQL достаточно сложный язык и требует квалификации программиста, а не пользователя.

3. Существование стандартов не помешало разработчикам создавать специфические диалекты для различных СУБД.

4. SQL не полностью соответствует реляционной модели данных.

Однако в последние годы количество данных, которые необходимо создавать, хранить и обрабатывать достигло значительных объемов. При этом характерной особенностью становится не только рост объема данных, но и увеличение их неоднородности, а также скорости поступления в хранилища. Все более актуально становится проблема масштабируемости и доступности данных. В связи с этим происходит постепенный отход от традиционных моделей реляционных СУБД, в рамках которых возможности решения выше обозначенных задач были ограничены [1]. Развивается методология Больших Данных (Big Data) (см. рисунок 1). По сути происходит размежевание последней и традиционной аналитики (бизнес-, научной и др.) в соответствии с целями, задачами и возможностями [2]. При этом в их основе лежит потребность в наблюдении за реальными физическими, а в след за ними и экономическими процессами, а также интерпретация полученной информации.

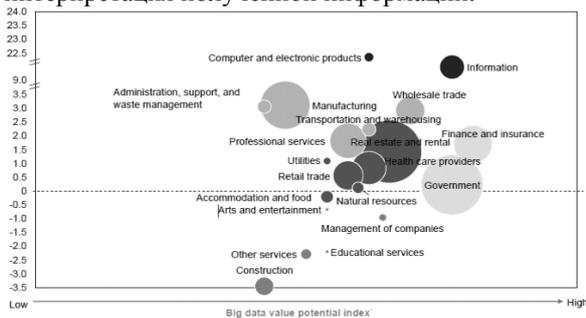


Рис. 1 – Потенциал роста отраслей экономики США, основанный на Больших Данных, % [3]

Целью настоящей работы является анализ существующих подходов к разработке гетерогенных хранилищ данных. Выделим и опишем основные категории решений к хранению и обработке Больших Данных:

1. **NoSQL** (Not only SQL). Рассмотрим его основные преимущества: (а) в отличие от РБД нет строгих требований к согласованности данных, что обеспечивает отсутствие излишнего усложнения. (б) высокая, в сравнении с РБД, пропускная способность данных. (в) неограниченное горизонтальное масштабирование. (г) согласно теореме CAP NoSQL отдает приоритет доступности данных и устойчивости к разделению, но не их согласованности [1].

NoSQL предназначен для работы с web-приложениями. Несмотря на указанное в пункте (г) свойство он может делать выбор в пользу свойств согласованности или доступности при обработке отдельных запросов [4]. Это повышает гибкость системы при работе с разнородной информацией.

Дадим классификацию NoSQL хранилищ:

- **Ключ-значение.** Примерами служат Redis, Riak, SQL Data Services и др. Основной упор в данном случае делается на производительность. Информация о структуре значений не сохраняется.

- **Документированные.** Например, MongoDB, CouchBD, Couchbase и др. Абстракция «документ» формируется путем объединения множества пар ключ-значение. Данный тип хранилищ хорошо подходит для работы с глубоко-вложенной, сложной информацией. Может взаимодействовать с другими приложениями посредством JavaScript.

- **Колоночные.** Например, BigTable, Cassandra и др. Данный тип хранилищ имеет схожесть с реляционными СУБД. В основе модели лежит колонка. Она объединяется в семейства с определенным набором свойств.

- **Хранилища типа граф.** Примерами могут служить OrientDB, Neo4J. Данные хранилища более всего подходят для работы со сложными взаимосвязанными данными, представленными в виде графов с соответствующими вершинами, ребрами и свойствами. С их помощью можно осуществлять моделирование данных и классификацию информации.

2. **MapReduce.** Вычислительная модель от Google, на основе которой были созданы несколько основополагающих проектов для отрасли Больших данных, а именно:

- **Hadoop.** Ключевым отличием данного проекта является последовательная обновление

всего набора данных при их обработке, в отличие от произвольного обновления в моделях, основанных на NoSQL. Так последние решают задачу увеличения производительности путем горизонтального масштабирования. То есть, чтобы прочесть 1 Тб информации при средней производительности одного жесткого диска ~100Мб/сек максимально быстро – необходимо считать ее с большого количества дисков. Таким образом, принцип последовательной обновления при обработке данных позволяет добиться значимого прироста производительности. Именно он лежит в основе архитектуры Hadoop.

Для хранения и организации данных используется Hadoop Distributed File System (HDFS). Она предназначена для хранения больших неизменяемых файлов на кластере недорогих машин. Надежность гарантируется системой репликации данных. Структуры файловой системы проходит процедуру оптимизации для работы с большими файлами. Основная задача HDFS: при поточном доступе к данным обеспечить максимальную производительность.

• *Disco*. Особенностью данного подхода является высокая заявленная отказоустойчивость оборудования, использующего данное ПО.

Данный проект, как и Hadoop осуществляет распределенную обработку больших пакетов данных. При этом большую роль играют задержки, т. е. отказ от работы в режиме реального времени. Данный фактор делает невозможным реализацию подходов этих проектов в целом спектре задач, требующим работы в режиме реального времени.

Обобщая вышесказанное стоит заметить, что технология MapReduce является более эффективным по сравнению с традиционными реляционными СУБД, однако у неё есть недостатки, в числе которых отсутствие поддержки блокировки записей. Поэтому в ряде случаев их невозможно применять. Например, в финансовых системах [5] или системах учета движения товарно-материальных ценностей.

3. **NewSQL**. Основным отличием данного подхода является совмещение преимуществ NoSQL – производительность и масштабируемость – и транзакционных требований классических баз данных (ACID). Потребность в таких системах возникла в следствие необходимости создания приложений для бизнеса, контроля финансовых потоков и т. д. Основным требованием к ним была согласованность данных, которую не могла обеспечить NoSQL-система [6]. В основе высокой производительности лежат возможности горизонтального масштабирования и оптимизация всех узлов. Распределим NewSQL по категориям:

• *Системы с новыми архитектурами*. Например, VoltDB – хорошо справляется с большим количеством «узких» и коротких транзакций; Clustrix – сервис или готовые аппаратные решения, совместимые с MySQL.

• *Подсистема хранения данных для MySQL*. Данная СУБД подключает подсистемы хранения данных. Они производят операции над данными в таблицах не задействуя ядро. Примерами могут служить NDB, Tokudb.

• *Решения для масштабирования на основе традиционных систем*. Основана на использовании промежуточного программного обеспечения для «шардинга» и репликации между серверами. Уровень производительности ниже, чем у проектов, основанных на новой архитектуре. При этом сохраняется совместимость с существующими инструментами и приложениями. Пример: DBShards, Data Traffic Manager.

Заключение

В настоящей работе был произведен анализ архитектурных особенностей различных подходов к обработке и хранению больших данных. Каждый из них является самостоятельным инструментом с ограниченным кругом возможностей и не претендует на абсолютную универсальность.

Стоит помнить и о требованиях к обработке больших данных. Одним из главных является сокращение времени на их обработку и анализ конечным пользователем вследствие их очень быстрого обновления. Поэтому Big Data являются нишевым инструментом для организаций, которые могут их обрабатывать и интерпретировать.

В следующей работе будет произведен сравнительный анализ систем хранения и обработки больших данных. За основу будут взяты три основных параметра – производительность, масштабируемость и эластичность [7].

Литература

1. Клеменков П.А., Кузнецов С.Д. Большие данные: современные подходы к хранению и обработке. // Труды института системного программирования РАН. Том: 23. 2012. с. 143-158
2. Тиндал С. Большие данные: все, что вам необходимо знать // PCWeek №25 (810) 2 окт. 2012
3. Григорьев Ю. А. Анализ свойств баз данных NoSQL // 2013. Информатика и системы управления. №2 (36) с. 3-13
4. Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity. McKinsey Global Institute. June 2011
5. Григорьев Ю. А., Плутенко А. Д. Оценка времени соединения таблиц в базе данных NoSQL по технологии MapReduce. // Информатика и системы управления. №1 (39). 2014. с. 3-14
6. Кузнецов С.Д., Посконин А.В. Распределенные горизонтально масштабируемые решения для управления данными // Труды института системного программирования РАН. Том: 24. 2013. с. 327-358
7. Чернов А. В., Дицков А. В. Сравнительный анализ облачных хранилищ не реляционного типа для больших объемов данных. // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. №4. 2014. с. 121-130

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ АКТИВНОЙ ПОДВЕСКИ КОЛЕСНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Маслов В. Е.

Научный руководитель: Пякилля Б. И.

Томский Политехнический Университет, Отдел элитного образования
wado93@mail.ru

Введение

Движение колесных транспортных средств обычно сопровождается вибрациями и трясками, представляющими собой периодические колебания некоторой частоты и амплитуды. Данные возмущения оказывают отрицательное влияние на работу транспортного средства и на находящихся в нем пассажиров. Для уменьшения влияния этих колебаний и для обеспечения комфортности передвижения, разрабатываются различные системы стабилизации, обеспечивающие контроль вертикального положения кузова автомобиля, уменьшающие амплитуду и частоту колебаний. Такие системы обеспечивают равномерное распределение динамических нагрузок на опорные элементы и узлы транспортного средства при движении, что увеличивает их срок службы. Все существующие системы поддрессирования автомобиля можно поделить на два типа: пассивные и активные.

Сущность активных систем поддрессирования заключается в том, что происходит изменение характеристик упругого и/или демпфируемого элемента в зависимости от изменения внешних воздействий [1].

Ранее уже был проведен аналитический обзор всех существующих систем поддрессирования, и была предпринята попытка создать математическую модель (ММ) системы с помощью метода графов связи. Однако, полученная ММ не была достаточно достоверна, поэтому необходимо воспользоваться другим математическим аппаратом для создания ММ.

В данной статье описано создание ММ для активной системы поддрессирования с изменяемыми характеристиками упругого элемента (пружины). А также проводится ее анализ.

Составление математической модели

На рис. 1 показана упрощенная схема системы активного поддрессирования для одного колеса транспортного средства [2].

Синтез регулятора будет проводиться с помощью математического пакета MATLAB, поэтому необходимо создать ММ системы в виде операторно-структурной схемы. Создание модели начнем с моделирования объекта управления с последующим введением в модель обратной связи и регулятора. На рис. 2 приведена кинематическая схема системы поддрессирования.

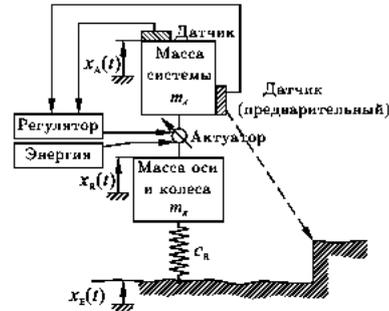


Рис. 3. Схема системы активного поддрессирования для одного колеса транспортного средства

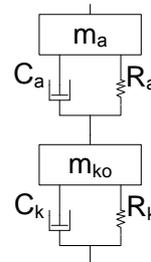


Рис. 4. Кинематическая схема системы поддрессирования

Данная система состоит из двух подсистем: колесо с массой $m_{ко}$, упругостью C_k и демпфируемостью R_k и тело Кельвина-Фойгеля с массой m_a , упругостью C_a и демпфируемостью R_a .

И на колесо, и на тело Кельвина-Фойгеля одновременно действуют силы упругости, силы вязкого трения и силы тяжести. Расписав равнодействующую этих сил и используя математические преобразования, были получены передаточная функция (ПФ) колеса W_k и ПФ тела Кельвина-Фойгеля $W_{КФ}$.

ПФ колеса по входу $\Delta u(t)$ и выходу $\Delta x(t)$ имеет вид:

$$W_k(s) = \frac{\Delta x(t)}{\Delta u(t)} = \frac{R_k}{(m_{ко} + M)s^2 + C_k s + R_k};$$

где, Δu - изменение вертикальной составляющей неровностей дороги, м,
 Δx - деформация колеса, м,
 R_k - коэффициент упругости колеса, Н/м,
 C_k - коэффициент демпфирования колеса,
 $m_{ко}$ - $\frac{1}{4}$ всей неподдрессированной массы (масса колеса и части подвески),

M - $\frac{1}{4}$ всей поддрессированной массы, кг.

ПФ тела Кельвина-Фойгеля по входу $\Delta x(t)$ и выходу $\Delta y(t)$ имеет следующий вид:

$$W_{КФ}(s) = \frac{\Delta y(t)}{\Delta x(t)} = \frac{R_a}{M * s^2 + R_a + C_a * s};$$

где, R_a – коэффициент упругости пружины подвески, Н/м,

C_a – коэффициент демпфирования амортизатора подвески,

Δu – изменение вертикальной координаты кузова автомобиля, м.

На рис. 3 приведена операторно-структурная схема (ОСС) активной подвески автомобиля для $\frac{1}{4}$ его части.

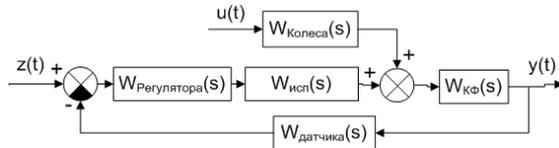


Рис. 5. ОСС четверти активной подвески автомобиля

На рис. 3, $z(t)$ – постоянный задающий сигнал, соответствующий требуемому отклонению текущего значения абсолютной высоты кузова от требуемой.

$u(t)$ – сигнал внешнего возмущения системы, которое передается на колесо, соответствует изменению вертикальной координаты профиля местности.

$y(t)$ – выходной сигнал системы, соответствующий текущему значению отклонения текущего значения абсолютной высоты кузова от требуемой.

$W_{\text{Колеса}}(s)$ – ПФ колеса.

$W_{\text{Датчика}}(s)$ – ПФ датчика положения.

$W_{\text{Регулятора}}(s)$ – ПФ синтезируемого регулятора.

$W_{\text{Исп}}(s)$ – ПФ исполнительного устройства, состоящего из двигателя, осуществляющего нагрузку пружины, и редуктора, преобразующего вращательное движение ротора двигателя в линейное перемещение штока, осуществляющего нагрузку пружины.

$W_{\text{кф}}(s)$ – ПФ пассивной составляющей подвески, т.е. тела Кельвина-Фойгля.

ПФ исполнительного органа (двигатель линейного перемещения 08XPO_32)[3] имеет следующий вид: $W_{\text{двиг}}(s) = \frac{k_1}{T_1 * s + 1} * \frac{k_2}{s}$;

Где, k_1 – прямой коэффициент передачи электродвигателя,

k_2 – коэффициент передачи редуктора,

T_1 – электромеханическая постоянная времени.

Датчик осуществляет единичную обратную связь.

Работу ММ проектируемой системы стабилизации можно описать следующим образом. На вход модели подается сигнал, произвольно меняющий свое значение с течением времени в пределах фиксированной величины, эквивалентный неровностям дороги. Данный сигнал проходит через подсистемы колеса и регулируемого амортизатора, после чего попадает на выход и в цепь обратной связи, где сравнивается с требуемым значением уровня кузова автомобиля

относительно поверхности дороги. Выходное значение всей системы соответствует текущей высоте кузова транспортного средства относительно поверхности дороги. Регулятор в цепи обратной связи, в зависимости от полученного сигнала, выдает управляющие команды на привод, который будет изменять характеристики упругого звена в подсистеме амортизатора, тем самым обеспечивая системе управляемость.

Анализ созданной математической модели

Проведем анализ ММ данной системы при условии нерабочего регулятора, т.е. $W_{\text{рег}} = 1$. Численные значения коэффициента упругости и демпфирования колес для легкового автомобиля были взяты из работы Tore Dahlberg'a [4].

Соберем ОСС из рис. 3 в Simulink и проведем моделирование процесса наезда автомобиля на ступеньку высотой 0,1 м.

Переходный процесс системы представлен на рис. 4.

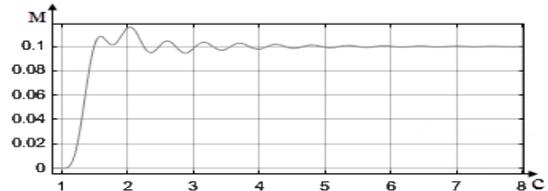


Рис. 6. Переходная характеристика системы

Как видно из рис. 4, требуемый уровень отклонения текущей высоты кузова от требуемой, соответствующий нулю, не устанавливается. Задача регулятора заключается в минимизации такого отклонения и сведении его к нулю.

Заключение

В результате данной работы была создана ММ системы стабилизации вертикального положения колесного транспортного средства. Регулятор для данной системы позволит автоматически менять характеристики упругого звена в зависимости от внешних воздействий, что приведет к увеличению управляемости транспортного средства и улучшению комфортности передвижения.

В дальнейшем планируется осуществить синтез регуляторов методами Циглера-Никольса, проекционного и спектрального метода с использованием функций Ляггера, методом динамической компенсации и др. Планируется так же расширить ММ для случая взаимной работы всех четырех колес и реализовать синтезированный регулятор аппаратно.

Список литературы:

1. Информационный портал Systemsauto.ru. http://systemsauto.ru/pendant/active_suspension.html
2. Хайманн Б., Герт В., под редакцией Репецкого О.В. Мехатроника. – Ганновер, 2008 г., 445 с.
3. Техническая документация на электропривод 08XPO_32: http://www.aktuator.ru/Industrial_Actuator/08XPO_32_DC.shtml.
4. Tore Dahlberg, Vehicle System Dynamics, 8 – 1979г., с. 239-252

МОДЕЛИРОВАНИЕ СВОЙСТВ АВТОНОМНЫХ СТРУКТУР МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ РЗМ

Попов А.С., Обходский А.В.

Томский политехнический университет, Физико-технический институт
art707@tpu.ru

Введение

Рост производительности вычислительной техники дает больше возможностей для выполнения расчетов. Одновременно с этим развивается теоретическая база, задачи которой направлены на оптимизацию существующих и создание новых методов расчетной оценки свойств атомных структур. Практически всегда существует спрос на новые материалы с уникальными свойствами, применяемые в самых разных областях.

Преимущества от применения средств компьютерного моделирования свойств новых материалов перед экспериментом значительны. Получение теоретических значений о свойствах того или иного материала освобождает исследователей от ручных расчетов. С другой стороны, можно использовать компьютерное моделирование при исследовании свойств уже существующих материалов. В любом случае моделирование является выгодным как экономически, так и по временным затратам. К тому же, если использовать распределенные вычисления, то время моделирования существенно сокращается. У существующих программных комплексов распределенные вычисления либо отсутствуют, либо достигаются путем установки дополнительного программного обеспечения, которое уникально для различных платформ.

Методы расчета атомных структур

Наиболее известными из неэмпирических методов являются метод Хартри-Фока (ХФ) и теория функционала плотности (ТФП). Метод ХФ предшествовал созданию метода ТФП и был вполне самодостаточным в части состава определяемых свойств и точности. Однако это выполнялось только для элементарных соединений и элементов. Уже при расчетах средних систем сложность математического аппарата росла экспоненциально, следовательно, росла и ресурсоемкость. Вдобавок ко всему, значительно снижалась точность вычислений [1]. Потеря точности в методе ХФ обусловлена тем, что он не учитывает корреляции электронов (влияние электронов друг друга). Существуют модифицированные методы ХФ, где эта корреляция учтена, однако, в сравнении с методом ТФП, они проигрывают в скорости вычислений [2]. Причиной является то, что метод ХФ описывает систему многоэлектронной волновой функцией, в то время как метод ТФП описывает ее электронной плотностью. Следует отметить, что метод ТФП не

является аналитическим и достоверным, об этом свидетельствует работа [3], посвященная утверждениям, озвученными В. Коном (где кратко описаны основы ТФП) на нобелевской лекции.

Схема последовательности расчетов свойств материалов может быть обобщена как показано на рисунке 1.

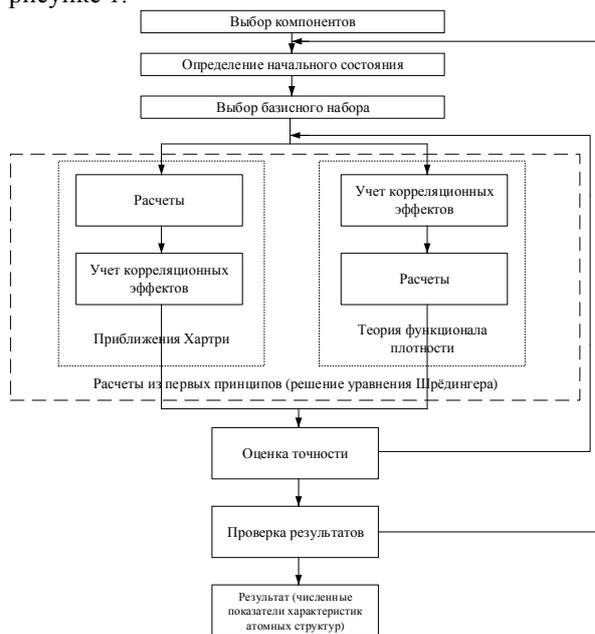


Рис. 1. Обобщенная схема алгоритма расчета свойств материалов

Алгоритм для неограниченного метода Хартри-Фока

На рисунке 2 представлен упрощенный алгоритм расчета для неограниченного метода Хартри-Фока. Алгоритм представляет собой более глубокий вариант ветки из рисунка 1 для метода Хартри-Фока. Данный алгоритм разрабатывался с применением модульного принципа. В него могут быть подставлены разные базисы и методы (из модификаций Хартри-Фока) без изменений общего кода. Место для подстановки базиса выделено пунктиром. В циклах расчета кинетической, потенциальной энергии, а также матрицы перекрывания расчеты конкретных элементов вынесены ввиду их индивидуальности для каждого базиса.

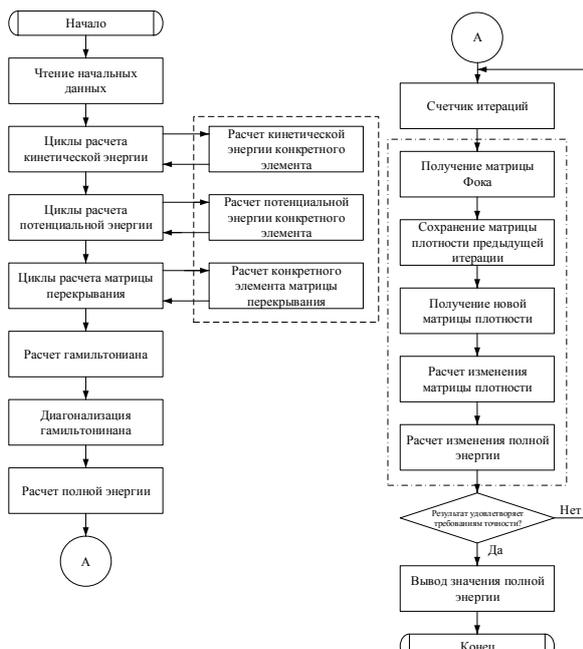


Рис. 2. Алгоритм расчета для неограниченного метода Хартри-Фока

Алгоритм работы программы

С точки зрения пользователя программа моделирования свойств атомных структур с применением теории функционала плотности может быть представлена, как показано на рисунке 3.

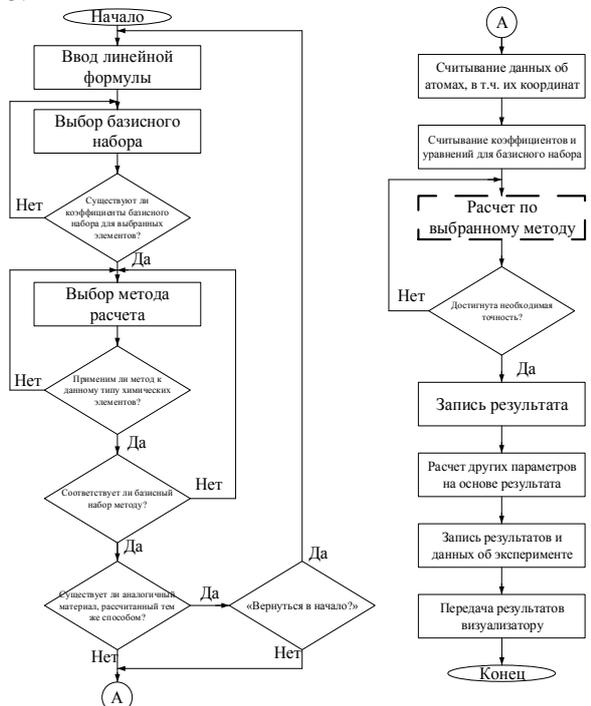


Рис. 3. Алгоритм работы программы

Первые шаги алгоритма – ввод линейной формулы, выбор метода расчета и базисного набора происходят в самой оболочке. Необходимо, чтобы выполнение этой задачи у исследователя занимало как можно меньше времени, поскольку

на сегодняшний день для того, чтобы задать те или иные параметры в большинстве существующих программных пакетов, необходимо воспользоваться текстовым редактором и вводить параметры не в формуляр, а в виде текста. Этот фактор в совокупности с большим количеством входных параметров создает высокий порог вхождения для специалистов и зачастую открывает не все возможности. Все условия до наступления расчетов необходимо исполнить, поскольку от соответствий зависит результат операции. Необходимо, чтобы условия проверялись в автоматическом режиме путем внесения соответствий и рекомендаций (базис – метод, базис – тип материала, метод – тип материала) в алгоритм функционирования программы.

Основной расчет выделен пунктирной линией. Подавляющее большинство существующих методов расчета итерационные и в итоге каждой итерации проверяется условие достижения точности. Эта особенность объединяет и метод Хартри-Фока и ТФП, включая все их модификации.

Результат представляет из себя массив чисел, которые необходимо интерпретировать. Интерпретаторы могут визуально показать расположение и форму орбиталей, распределение энергии, вид кристаллической решетки и многое другое. Так же интерпретатор может рассчитать по полученному массиву электронной плотности энергию связи и другие свойства атомных структур.

Заключение

К настоящему времени были изучены существующие программные продукты по моделированию материалов. Руководствуясь их достоинствами и недостатками, был разработан алгоритм и общая концепция программного комплекса.

Алгоритм включает в себя проверку соответствия вводимых исходных данных для моделирования и возможность проведения серии расчётов в автоматическом режиме.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации. Соглашение о предоставлении субсидии RFMEFI57814X0095 от 28.11.2014 г.

Список использованных источников

1. Кларк Т. Компьютерная химия / Т. Кларк. – Москва: «Мир», 1990 – 371 с.
2. Барановский В.И. Квантовая механика и квантовая химия / В.И. Барановский. – Москва: «Академия», 2008. – 382 с.
- Сарры А.М., Сарры М.Ф. К теории функционала плотности // Физика твердого тела. – 2012. – Т. 54. – № 6. – С. 1237-1243.

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИИ ПРОПУСКАНИЯ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ВОДЕ, СОДЕРЖАЩЕЙ МЕТАН

Лоскутов В.В.

Научный руководитель Шефер О.В.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
deonold@gmail.com

Введение

В настоящее время большое внимание уделяется мониторингу поверхностного слоя морской воды. Это обусловлено необходимостью контроля экологической ситуации и установления источника и состава выбросов газообразных соединений, сформированных под водой [1]. Для исследования многочисленных газовой-аэрозольных сред наиболее перспективны оптические методы, основанные на определении характеристик излучения, трансформированного средой.

В данной работе с помощью численных методов устанавливаются особенности спектральной зависимости характеристик ослабления и пропускания оптического излучения. Исследование оптических характеристик среды проводится на диапазоне длин волн от 0.2 до 2.5 мкм, где поглощение водой/льдом пренебрежимо мало.

Формализм расчёта

Для численного исследования оптических характеристик излучения, прошедшего через полидисперсную среду, прежде всего необходимо разработать модель отдельной частицы для адекватного установления зависимости характеристик светорассеяния от параметров падающего излучения и рассеивателя. Результат моделируемого процесса рассеяния зависит от микрофизических и оптических свойств частиц и среды их содержащей.

Решение Ми [2] задачи рассеяния плоской волны на сфере является универсальным и может быть эффективно использовано для моделирования сред с содержанием как мелких, так и крупных частиц различных форм. С помощью теории Ми возможно адекватно описать множество эффектов трансформации излучения для взаимодействия со средой.

Моделирование процесса прохождения оптического излучения через полидисперсные среды связано с выполнением расчётов оптических характеристик. Для дисперсной среды рассматриваются такие интегральные характеристики, как коэффициенты ослабления, поглощения и рассеяния. При учёте распределения частиц по размерам, для определения коэффициентов ослабления, поглощения и рассеяния используются следующие интегральные соотношения:

$$\alpha_{\text{ext}} = \int S_{\text{ext}}(a)N(a) da, \quad (1)$$

$$\alpha_{\text{abs}} = \int S_{\text{abs}}(a)N(a) da, \quad (2)$$

$$\alpha_{\text{sca}} = \int S_{\text{sca}}(a)N(a) da, \quad (3)$$

где α_{ext} – коэффициент ослабления, α_{abs} – коэффициент поглощения, α_{sca} – коэффициент рассеяния, S_{ext} – сечение ослабления, S_{abs} – сечение поглощения, S_{sca} – сечение рассеяния. Априори в качестве функции распределения частиц по размерам $N(a)$ выбрано модифицированное гамма-распределение [3].

$$N(a) = C \frac{\mu^{\mu+1}}{G(\mu+1)} \cdot \frac{1}{a_m} \cdot \left(\frac{a}{a_m}\right)^\mu \cdot \exp\left(\frac{-\mu \cdot a}{a_m}\right), \quad (4)$$

где C – концентрация пластинок, a_m – радиус сферы, соответствующий максимуму функции $N(a)$, μ – безразмерный параметр, характеризующий крутизну склонов данного максимума, $G(\mu+1)$ – гамма функция.

По мере распространения падающего пучка в слое частиц интенсивность затухает по закону (5):

$$I_t = I_1 \exp(-\alpha_{\text{ext}} \cdot h), \quad (5)$$

где h – путь, который проходит излучение в слое. Для расчета функции пропускания среды используется соотношение (6):

$$T = \frac{I_t}{I_1}. \quad (6)$$

Обсуждение результатов расчёта

Было выполнено численное исследование ослабления оптического излучения для морской воды с воздушными пузырьками, содержащими метан. При этом была выделена область длин волн от 0.2 до 2.5 мкм, где коэффициент поглощения метаном пренебрежимо мал, а поглощение водой слабо выражено. Для всех расчётов в данной работе использовались значения показателей преломления $n = n(\lambda)$ и поглощения $\chi = \chi(\lambda)$, представленные по данным для воды/льда [4].

На рис. 1 показаны значения функции пропускания $T(\lambda)$ при различных размерах частиц. Из рис. 1 видно, что затухания лучистой энергии практически не происходит при размерах частиц меньших или сравнимых с длиной волны падающего излучения. В случае крупных частиц (см. рис. 1, кривая 5), функция пропускания принимает значения, близкие к нулю в видимом спектре, и возрастает с увеличением длины волны падающего излучения.

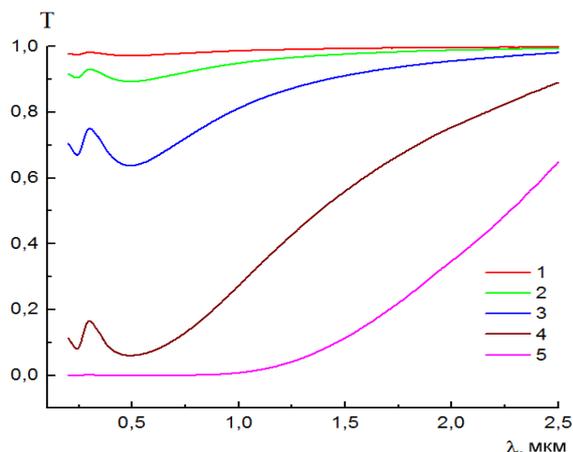


Рис. 1. Функция пропускания средой $T(\lambda)$ при разных значениях \bar{a} ; $C = 1 \text{ л}^{-1}$, $h = 10 \text{ м}$. Кривая 1: $\bar{a} = 0.5 \text{ мкм}$; кривая 2: $\bar{a} = 1 \text{ мкм}$; кривая 3: $\bar{a} = 2 \text{ мкм}$; кривая 4: $\bar{a} = 5 \text{ мкм}$; кривая 5: $\bar{a} = 10 \text{ мкм}$.

На рис. 2 показаны значения коэффициента ослабления $\alpha_{\text{ext}}(\lambda)$ при различных размерах частиц и концентрациях. Из рис. 2 видно, что ослабление падающего излучения возрастает при увеличении размеров частиц и их концентрации.

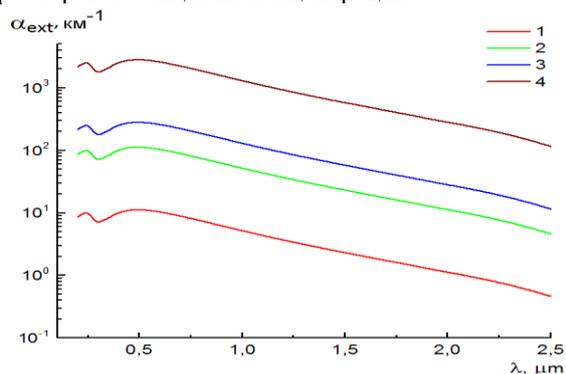


Рис. 2. Расчётные значения коэффициента ослабления $\alpha_{\text{ext}}(\lambda)$. Кривая 1: $\bar{a} = 1 \text{ мкм}$, $C = 1 \text{ л}^{-1}$; кривая 2: $\bar{a} = 5 \text{ мкм}$, $C = 1 \text{ л}^{-1}$; кривая 3: $\bar{a} = 1 \text{ мкм}$, $C = 10 \text{ л}^{-1}$; кривая 4: $\bar{a} = 5 \text{ мкм}$, $C = 10 \text{ л}^{-1}$.

На рис. 3 показаны значения функции пропускания $T(\lambda)$ при различных концентрациях частиц в единице объёма. Из рис. 3 видно, что для низкой концентрации (рис. 3, кривая 1) затухание лучистой энергии не столь велико, в то время как при высокой концентрации значение функции пропускания принимает ненулевые значения лишь на длинах волн выше 2.0 мкм .

Отметим, что для данного исследования величины факторов рассеяния и экстинкции приблизительно равны друг другу, а поглощение практически не влияет на полученные результаты. При проведении исследования на других спектральных диапазонах, факторы рассеяния и экстинкции могут отличаться, а также может наблюдаться ярко выраженный фактор поглощения.

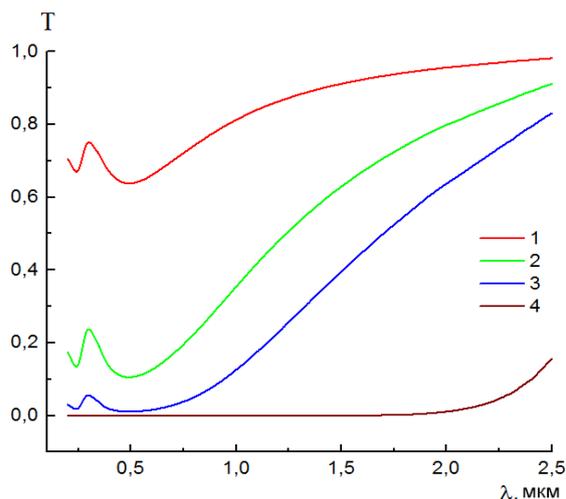


Рис. 3. Функция пропускания средой $T(\lambda)$ при разных значениях C , $\bar{a} = 2 \text{ мкм}$, $h = 10 \text{ м}$. Кривая 1: $C = 1 \text{ л}^{-1}$; кривая 2: $C = 5 \text{ л}^{-1}$; кривая 3: $C = 10 \text{ л}^{-1}$; кривая 4: $C = 100 \text{ л}^{-1}$.

Заключение

В данной работе были рассмотрены особенности ослабления лучистой энергии, проходящей через поверхностный слой воды с содержанием воздушных пузырьков. Были проанализированы результаты расчёта коэффициента ослабления оптического излучения и функции пропускания средой для морской воды с пузырьками, содержащими метан. Установлены ярко выраженные зависимости от размеров частиц и их концентрации, показаны характерные особенности ослабления падающего излучения в исследуемой модели среды. Результаты работы могут быть использованы в задачах дистанционного лазерного зондирования поверхностного слоя морской воды.

Работа выполнена в рамках Мега проекта ИК ТПУ 118.

Литература

1. П.А. Салюк, В.А. Буланов, И.В. Корсков. Возможность дистанционного обнаружения повышенных концентраций метана в морской воде с использованием методов оптической спектроскопии на подводных телеуправляемых аппаратах. // Подводные исследования и робототехника, 2011. – №2/12. – С. 43-50.
2. К. Борен, Д. Хафмен. Поглощение и рассеяние света малыми частицами. // – М.: Мир, 1986. – 657 с.
3. О.А. Волковицкий, Л.Н. Павлова, А.Г. Петрушин. Оптические свойства кристаллических облаков. – Гидрометеиздат, 1984. – 200 с.
4. S.G. Warren, R.E. Brandt. Optical constants of ice from the ultraviolet to the microwave: A revised compilation. // J. Geophys. Res. – 2008. – Vol. 113. – D14220.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ ПО ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ

Костенко К.А.

науч. рук. к.т.н. Ю.Я. Кацман

Томский политехнический университет, Институт кибернетики

kak31@tpu.ru

Введение

На сегодняшний день оценка качества контрольно-измерительных материалов, используемых для тестирования знаний и умений студентов, является достаточно трудоемкой и сложной задачей, которая актуальна как для новых дисциплин, так и для тех, обучение по которым производится в течение ряда лет. Контрольно-измерительные материалы обычно представлены в нескольких вариантах, вследствие чего возникает проблема их параллельности, что может усложнить оценку знаний студентов и ее объективность.

Обычно при анализе качества контролируемых материалов большое внимание уделяется обеспечению параллельности вариантов задания [1, 2]. При этом, если применение современной теории тестов – Item Response Theory (IRT) [3] для оценки латентных факторов требует обеспечить для одного теста минимальную выборку от 200 до 1000 наблюдений, то классическая статистическая теория позволяет получить оценки параметров, ограничиваясь значительно меньшим количеством опытов.

Цель работы

Главной целью данной работы являлся статистический анализ параллельности вариантов индивидуальных контрольных заданий по теории вероятностей для оценки качества знаний, усвоенных студентами.

Постановка задачи

По результатам проведенной контрольной работы (тестирования) минимальная оценка (3 балла) давалась за попытку решить хотя бы одну задачу, максимальная оценка (15 баллов) – за правильное решение трех задач. Все результаты контрольной работы по теории вероятностей были обработаны в лицензионной программе Statistica. Кроме того, требовалось определить равносильность вариантов с помощью использования тестов Крускала–Уоллиса, Шеффе и медианного теста.

Проведение анализа

Перед анализом параллельности вариантов был использован модуль описательных статистик и исключены нерепрезентативные варианты (4 и менее наблюдений).

Далее предполагалось, что эти варианты параллельны (равносильны), и тогда оценки студентов должны быть адекватны их знаниям, а не сложности билетов. С этой целью для каждого варианта были рассчитаны точечные и

интервальные оценки, что с учетом случайных факторов предполагало приблизительное равенство средних баллов и дисперсий для каждого варианта. Реальные оценки для каждого варианта представлены на рис. 1 в виде диаграмм рассеяния.

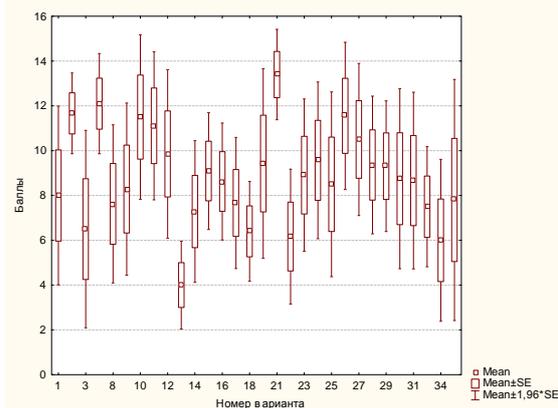


Рис. 1. Диаграммы рассеяния для различных вариантов контрольной работы

Представленные результаты наглядно свидетельствовали о неодинаковой сложности (не параллельности) различных вариантов контрольной работы.

Разбиение вариантов на группы сложности проводилось с помощью метода кластерного анализа k-средних (k-means) и только по одной переменной – баллам, поэтому для обеспечения примерного равенства количества наблюдений в каждой группе и однородности наблюдений внутри группы все варианты сортировались по среднему баллу:

- со сложными заданиями, средний балл которых составил менее 7,8;
- с заданиями средней сложности, средний балл которых находился в пределах от 7,8 до 9,3;
- с простыми заданиями, средний балл которых превысил 9,3.

Модуль описательных статистик способствовал получению точечных оценок для всех наблюдений и каждого кластера отдельно. Благодаря этому модулю были получены следующие результаты:

- максимальное различие в оценках для первого и третьего кластеров составило менее трех баллов;
- практически все точечные характеристики для второго кластера и всей совокупности наблюдений совпадают;

– для всех наблюдений второго кластера 50 % полученных результатов превысили 8,6 балла, в то же время для первого кластера 50 % результатов не превысили 6,6 баллов, а для третьего кластера 50 % оценок превысили 10,5 баллов;

– дисперсии для всех наблюдений и кластеров считались практически равными (отношение дисперсий менее 2);

– анализ коэффициентов скоса и эксцесса свидетельствовал, что распределения баллов в каждой группе несимметричны и существенно отличаются от гауссова распределения.

– Для проверки гипотезы о незначительном влиянии фактора был проведен однофакторный ранговый анализ в пакете Statistica с установленным уровнем значимости $\alpha=0,05$. Анализ суммы рангов по группам (кластерам) полученным в результате проведения теста Крускала–Уоллиса подтвердил, что максимальная оценка наблюдалась в кластере с вариантами, имевшими легкие задания, а минимальная – в кластере с вариантами, имевшими сложные задания.

Анализ результатов еще одного вида рангового тестирования – медианного теста, представленного в виде таблицы, показал, что:

– верхняя половина содержала максимальное значение кластера, которое соответствовало задачам с высоким уровнем сложности и полученными по ним минимальными оценками;

– нижняя половина включала максимальное значение кластера, которое соответствовало задачам с малым уровнем сложности и полученными по ним максимальными оценками.

Гипотеза о влиянии фактора, проверенная при проведении медианного теста, как и при анализе критерия Крускала–Уоллиса, показала, что влияние фактора существенное.

Далее, с помощью анализа критерия Манна – Уитни была проверена гипотеза на однородность двух разных выборок (кластеров).

Оценки эффектов обработки – рис. 2.

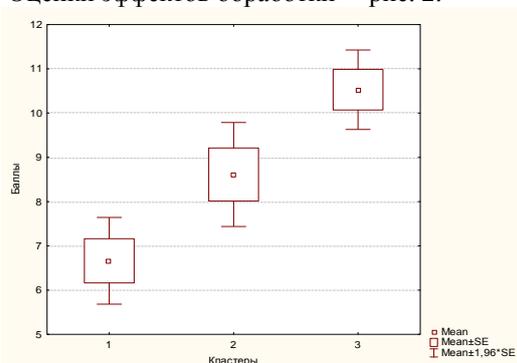


Рис. 2. Диаграммы рассеяния для всех кластеров

Приведенные на рис. 2 результаты свидетельствуют о существенном различии точечных и интервальных характеристик для различных групп. Анализируя их, можно было

попытаться ответить на вопрос: какие пары групп вариантов заданий можно считать значимо различными? Для ответа на него было проведено сравнение средних по методу Шеффе для различных пар уровней факторов, анализ которого показал значительное различие средних баллов для различных пар кластеров, что доказывает справедливость альтернативной гипотезы о значительном влиянии фактора.

Выводы

Статистический анализ проведенного мониторинга индивидуальных заданий по теории вероятностей доказал, что варианты тестовых заданий не параллельны. На основании проведенных исследований был сделан окончательный вывод о качестве предлагаемых тестовых заданий: из 39 имевшихся вариантов индивидуальных заданий 4 - были исключены в связи с нерепрезентативной выборкой, 9 вариантов содержали задачи сложного уровня с минимальными полученными по ним оценками, 9 вариантов – с задачами среднего уровня и 12 вариантов с задачами легкого уровня.

Проведенные исследования показали, что первый и второй кластеры можно расширить за счет добавления новых вариантов, исключив из третьего кластера варианты с двумя или тремя легкими заданиями, учитывая средний набранный балл. И при этом заменить их более сложными заданиями из первого и второго кластеров, так же учитывая набранный средний балл.

Заключение

Мониторинг качества преподавания дисциплин в большой степени определяется качеством методических индивидуальных контролирующих материалов (тестов). Одной из важнейших характеристик вариантов тестов является их параллельность. В данной работе показано, что даже для заданий, используемых на протяжении ряда лет, задача обеспечения параллельности является актуальной. Предложенные в работе статистические методы позволяют решить эту задачу, что продемонстрировано на примере контрольных заданий по теории вероятностей.

Используемые источники

1. Suen H.K., Lei P.W. Classical versus Generalizability theory of measurement. Available at: <http://suen.educ.psu.edu/~hsuen/pubs/Gtheory.pdf> (дата обращения 12.10.2015).

2. Пуухин В.В., Пермяков О.Е. Проблемы обеспечения качества приема и направления совершенствования системы конкурсного отбора поступающих в ВУЗы Российской Федерации [Quality assurance issues and directions in perfecting the system of competitive selection of applicants in the Russian Federation] – Томский Политехнический университет, 2007, 310 с.

3. Rasch G. Probabilistic models for some intelligence and attainment tests. Copenhagen: Danish Institute for Educational Research, 1960. 216 p.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ СТУДЕНТОВ ПО ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ

Соболева Е.С.

науч. рук. к.т.н. Ю. Я. Кацман

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
ess18@tpu.ru

Введение

В настоящий момент методы сбора и обработки числовых данных, которые являются сутью статистического исследования, нужны для повседневной жизни в современном цивилизованном обществе. Аппарат математической статистики является наиболее мощным инструментом для исследования закономерностей и отсеивания случайностей.

Целью данной работы является исследование статистических взаимосвязей между оценками (переменными), полученными в результате выполнения контрольных работ. Задачей данной работы является измерение тесноты связи двух признаков (переменных) между собой (корреляция Пирсона и ранговые корреляции) для построения в дальнейшем регрессионной модели (линейной и/или нелинейной). Все исследования проведены с использованием пакета Statistica [1].

Коэффициент корреляции Пирсона

Корреляционный анализ позволяет установить степень взаимосвязи двух и более случайных величин.

Наиболее простым способом нахождения тесноты связи переменных является корреляция Пирсона. Корреляция Пирсона позволяет определить силу линейной зависимости между величинами. В исходных данных были представлены баллы (оценки) по 4 контрольным. Результаты анализа представлены в табл. 1.

Таблица 1. Корреляционная матрица

Pair of Variables	Valid N	Pearson P	p-level
Score1 & Score1			
Score1 & Score2	160	0,2753	0,000
Score1 & Score3	160	0,4238	0,000
Score1 & Score4	160	0,2683	0,001
Score2 & Score1	160	0,2753	0,000
Score2 & Score2			
Score2 & Score3	160	0,2978	0,000
Score2 & Score4	160	0,3102	0,000
Score3 & Score1	160	0,4238	0,000
Score3 & Score2	160	0,2978	0,000
Score3 & Score3			
Score3 & Score4	160	0,3866	0,000
Score4 & Score1	160	0,2683	0,001
Score4 & Score2	160	0,3102	0,000
Score4 & Score3	160	0,3866	0,000
Score4 & Score4			

Коэффициент корреляции Пирсона (P) приведенный в третьем столбце значимо отличается от нуля для всех пар переменных. То есть при уровне значимости $\alpha = 0.05$ нулевую гипотезу можно принять с вероятностью менее 0.001. Так как коэффициент корреляции отличается от ± 1 , это свидетельствует о нелинейной зависимости переменных.

Корреляция Пирсона корректна только для переменных, распределенных по нормальному закону в непрерывных шкалах. Учитывая, что исходные данные (оценки) даны в рангах, а сами переменные отличаются от гауссовых, в работе были получены коэффициенты ранговых корреляций.

Коэффициент ранговой корреляции Спирмена

Коэффициент ранговой корреляции Спирмена находится по формуле:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (r_i - s_i)^2}{n^3 - n}$$

где r_i и s_i – ранги i -го объекта по двум переменным, n – число пар наблюдений [2].

Данный коэффициент показывает степень статистической зависимости между двумя переменными.

При полной линейной связи коэффициент Спирмена равен единице. При обратной связи он равен -1. В любом другом случае коэффициент Спирмена по модулю будет меньше единицы.

При проверке значимости ρ использовался тот факт, что в случае справедливости нулевой гипотезы об отсутствии корреляционной связи между переменными при $n > 10$ статистика

$$t = \frac{\rho \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-\rho^2}}$$

где имеет t-распределение Стьюдента с $k = n - 2$ степенями свободы. Поэтому ρ значим на уровне α

, если фактически наблюдаемое значение t по абсолютной величине будет больше критического, приведенного в таблице распределений Стьюдента при данном количестве степеней свободы на данном уровне значимости [2]. Результаты исследований представлены в табл. 2.

Таблица 2. Ранговые корреляции Спирмена

Pair of Variables	Valid N	Spearman R	p-level
Score1 & Score1			
Score1 & Score2	160	0,270030	0,000554
Score1 & Score3	160	0,420093	0,000000
Score1 & Score4	160	0,274177	0,000451
Score2 & Score1	160	0,270030	0,000554
Score2 & Score2			
Score2 & Score3	160	0,285398	0,000254
Score2 & Score4	160	0,305214	0,000087
Score3 & Score1	160	0,420093	0,000000
Score3 & Score2	160	0,285398	0,000254
Score3 & Score3			
Score3 & Score4	160	0,376949	0,000001
Score4 & Score1	160	0,274177	0,000451
Score4 & Score2	160	0,305214	0,000087
Score4 & Score3	160	0,376949	0,000001
Score4 & Score4			

Сравнив полученные значения распределения Стьюдента с табличными данными, можно сделать вывод о том, что коэффициент ранговой корреляции на 5% -ном уровне значимо отличается от нуля (верна альтернативная гипотеза). Значит связь между результатами контрольных достаточно тесная.

Коэффициент ранговой корреляции Кенделла

Коэффициент ранговой корреляции Кенделла вычисляется по формуле:

$$\tau = 1 - \frac{4K}{n(n-1)},$$

где K – статистика Кенделла [2].

Для определения K необходимо ранжировать объекты по одной переменной в порядке возрастания рангов и определить соответствующие им ранги по другой переменной. Статистика K равна общему числу инверсий (нарушений порядка, когда большее число стоит слева от меньшего) в ранговой последовательности (ранжировке). При полном совпадении двух ранжировок получим $K = 0$ и $\tau = 1$; при полной противоположности можно показать, что $\tau = -1$. Во всех остальных случаях $|\tau| < 1$.

Таблица 3. Ранговые корреляции Кенделла

Pair of Variables	Valid N	Kendall Tau	p-level
Score1 & Score1			
Score1 & Score2	160	0,281929	0,000016
Score1 & Score3	160	0,424211	0,000000
Score1 & Score4	160	0,277636	0,000026
Score2 & Score1	160	0,281929	0,000016
Score2 & Score2			
Score2 & Score3	160	0,287798	0,000008
Score2 & Score4	160	0,320601	0,000001

Score3 & Score1	160	0,424211	0,000000
Score3 & Score2	160	0,287798	0,000008
Score3 & Score3			
Score3 & Score4	160	0,371252	0,000000
Score4 & Score1	160	0,277636	0,000026
Score4 & Score2	160	0,320601	0,000001
Score4 & Score3	160	0,371252	0,000000
Score4 & Score4			

При проверке значимости τ исходят из того, что в случае справедливости нулевой гипотезы об отсутствии корреляционной связи между переменными (при $n > 10$) τ имеет приближенно нормальный закон распределения с математическим ожиданием, равным нулю, и средним квадратическим отклонением

$$S_{\tau} = \sqrt{\frac{2(2n+5)}{9n(n-1)}} \quad [2].$$

Поэтому τ значим на уровне α если значение статистики

$$t = \frac{\tau - 0}{S_{\tau}} = \tau \sqrt{\frac{9n(n-1)}{2(2n+5)}} \quad [2]$$

больше критического значения, приведенного в таблице.

Анализ полученных результатов

Сравнивая значения коэффициентов, приведенных в таблицах 1-3, можно сделать вывод о том, что коэффициенты, рассчитываемые по формулам Пирсона, Спирмена и Кенделла имеют различия во 2-3 знаке после запятой. Таким образом, как для корреляции Пирсона, так и для ранговых корреляций Кенделла и Спирмена на уровне значимости $\alpha = 0.05$ следует признать верной альтернативную гипотезу – коэффициент корреляции значимо отличается от нуля.

Заключение

С помощью программы Statistica был проведен статистический анализ реальных данных. Исходные данные – оценки студентов кафедры ВТ за контрольные работы по теории вероятностей. Полученные результаты говорят о том, что между результатами сдачи контрольных работ существует значимая корреляция. Следующим этапом исследований предполагается построение и анализ регрессионной модели. В связи с тем, что в полученных результатах коэффициент корреляции не более 0.5, исследования будут проводиться в рамках нелинейного регрессионного анализа.

Список использованной литературы

1. Боровиков В. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2003. – 688 с.
2. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. – М.: Физматлит; 2006. – 626-628 с.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ ДЛЯ ЗАДАЧ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Карпенко М.А.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
Научный руководитель: к.т.н. О.С. Токарева (ТПУ, Институт химии нефти СО РАН)
karpenkomaria8990@gmail.com

Введение

Обработка данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), представляемых в виде растровых изображений, включает в себя широкий ряд задач, одной из которых является классификация. Для классификации данных ДЗЗ чаще всего используются различные методы, использующие в качестве признаков спектральные характеристики пикселей в разных диапазонах электромагнитного спектра. Применение метода главных компонент (ГК) позволяет избежать дублирования информации, доставляемой взаимосвязанными признаками, малой вариабельности признаков и предоставляет возможность агрегирования признаков [1].

Метод главных компонент

В исследовательской и практической работе приходится сталкиваться с ситуациями, когда общее число p признаков x_1, x_2, \dots, x_p , регистрируемых на каждом из множества обследуемых объектов, очень велико. Тем не менее, имеющиеся многомерные наблюдения следует подвергнуть статистической обработке. Представление каждого из наблюдений в виде вектора Z вспомогательных показателей $z_1, z_2, \dots, z_{p'}$ с существенно меньшим (чем p) числом компонент p' может быть обусловлено в первую очередь следующими причинами:

1. необходимостью визуализации исходных данных для более наглядного представления;
2. стремлением к лаконизму исследуемых моделей, обусловленному необходимостью упрощения счета и интерпретации полученных статистических выводов;
3. необходимостью существенного сжатия объемов хранимой статистической информации без видимых потерь в ее информативности.

При этом новые признаки могут выбираться из числа исходных или определяться по заданному правилу по совокупности исходных признаков [1].

Метод ГК – это один из способов понижения размерности, состоящий в переходе к новому ортогональному базису, оси которого ориентированы по направлениям максимальной дисперсии набора входных данных. Вдоль первой оси нового базиса дисперсия максимальна, вторая ось максимизирует дисперсию при условии ортогональности первой оси, и т.д., последняя ось имеет минимальную дисперсию из всех возможных. Такое преобразование позволяет понижать информацию путем отбрасывания

координат, соответствующих направлениям с минимальной дисперсией [2].

Геометрически определение первой ГК равносильно построению новой координатной оси OZ_1 таким образом, чтобы она шла в направлении наибольшего разброса данных, т.е. в направлении вытянутости анализируемого «облака» многомерных наблюдений. Затем, среди направлений, перпендикулярных к OZ_1 , отыскивается направление «наибольшей вытянутости» OZ_2 и т.д. Направление этих новых осей представляет собой направление собственных векторов матрицы ковариации исходных признаков.

Таким образом, формально, преобразование по методу ГК можно представить следующим образом:

$$Z = P^T * X,$$

где X – матрица исходных признаков, размерности $p \times n$, p – количество исходных признаков, n – количество обследуемых объектов; P^T – транспонированная матрица преобразований размерности $p' \times p$, p' – количество ГК;

Z – матрица ГК, размерности $p' \times n$.

Матрица преобразований P представляет собой матрицу размерности $p \times p'$, где в столбцы записаны собственные вектора матрицы ковариации исходных данных, записанные по порядку уменьшения соответствующих собственных значений [3].

Алгоритм работы программы

С использованием метода ГК реализована программа, в основе которой лежит следующий алгоритм:

1. На первом этапе производится расчет вектора средних значений. Эти данные необходимы для расчета матрицы ковариаций;
2. Рассчитывается матрица ковариаций исходной матрицы;
3. Выполняется расчет собственных векторов и соответствующих собственных значений векторов;
4. Формируется матрица преобразования, для этого собственные вектора упорядочиваются по их собственным значениям, и выбираются m собственных векторов с наибольшими собственными значениями, где m – количество запрошенных ГК на выходе;
5. Исходная матрица признаков преобразуется в матрицу ГК с помощью матрицы преобразования, полученной на предыдущем этапе.

Первая главная компонента (ГК1) будет иметь максимальное количество независимой информации, второй главная компонента (ГК2) будет иметь второе по величине количество независимой информации, не содержащейся в первой главной компоненте и т.д. [4].

Разработанная программа протестирована на наборе данных «Ирисы Фишера». Ирисы Фишера состоят из данных о 150 экземплярах ириса, по 50 экземпляров на каждый из трёх видов. Также было проведено сравнение результатов обработки изображений с результатами, получаемыми при использовании программного комплекса ERDAS Imagine.

На выходе программа визуализирует распределение набора ирисов в двумерном пространстве первой и второй ГК.

Результаты

Метод ГК применен для обработки космического снимка (КС) со спутника Landsat-7 с пространственным разрешением 30 м. На рис. 2 приведены изображения данных КС, полученные в 1-5 и 7 каналах.

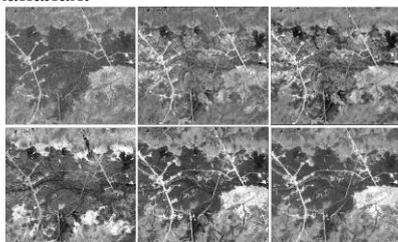


Рис. 2. Изображения данных КС в 1-5 и 7 каналах. На рис. 3 приведены изображения ГК, полученные в результате обработки данных КС по методу ГК.

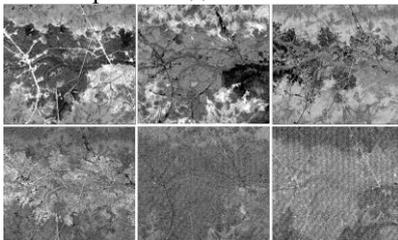


Рис. 3. Компоненты 1-6 КС после обработки

В результате разложения на ГК можно увидеть, что наиболее вариативная информация содержится в ГК1-3, менее вариативная – в компонентах 4-6.

Далее проведена классификация данных КС на основе спектральных признаков пикселей в исходных каналах (рис. 4) и на основе признаков в пространстве первых трех ГК, полученных после обработки КС по методу КГ (рис. 5). Разными цветами на рис. 4 и 5 обозначены следующие объекты: синий, зеленый – лес разного типа, черный – антропогенные объекты, белый – гари, розовый, голубой – болотная растительность.

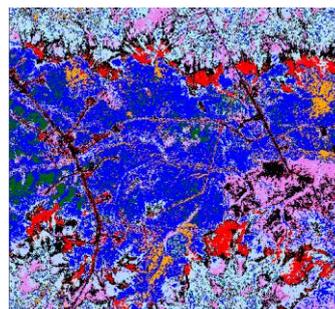


Рис. 4. Результаты классификации данных КС на основе значений спектральной яркости пикселей

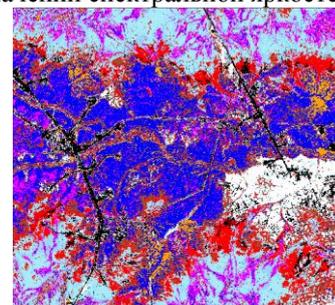


Рис. 5. Результаты классификация КС на основе значений первых трех главных компонент

Сравнение результатов классификации КС и карты данной территории показало, что в результате классификации с использованием в качестве признаков значений ГК полученные кластеры более правильно описывают имеющиеся на данной территории объекты. Как видно на рис. 5 более отчетливо выделены антропогенные объекты, зоны гарей и болот.

Заключение

В дальнейшем планируется использование разработанной программы для снижения размерности признакового пространства при использовании текстурных признаков изображения и значений спектральных яркостей пикселей, получаемых при съемке территории в разное время вегетационного периода растительного покрова.

Список использованной литературы

1. Айвазян С. А. и др. Прикладная статистика. Классификации и снижение размерности. – Финансы и статистика, 1989.
2. Померанцев А. Метод главных компонент (PCA) //Российское хемометрическое общество.[Электронный ресурс].–Режим доступа: <http://rcs.chemometrics.ru/Tutorials/pca.htm> (дата обращения: 23.12.2013).
3. Kegl В. Principal manifolds for data visualization and dimension reduction. – Berlin-Heidelberg : Springer, 2008. – Т. 1.
4. Полищук Ю. М., Перемитина Т. О. Геоинформационный комплекс анализа состояния окружающей среды на основе метода главных компонент //Вычислительные технологии. – 2004. – Т. 9.– С. 14-25.

ВЕРИФИКАЦИЯ И ВАЛИДАЦИЯ СРЕДСТВ ПОСТРОЕНИЯ ТЕССЕЛЯЦИИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В ПАРАМЕТРИЧЕСКОМ ПРЕДСТАВЛЕНИИ В ПРЕПРОЦЕССОРЕ ЛОГОС

Тарасова Л.П.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
tarasova.luda31@mail.ru

Введение

В ИТМФ (институт теоретической и математической физики) РФЯЦ – ВНИИЭФ г. Саров Нижегородской обл. ведется разработка системы для задания начальных данных генерации сеток, а также предоставление графических интерфейсов для выполнения постобработки результатов счета инженерного анализа с использованием отечественных счетных кодов. ЛОГОС.ПреПост представляет собой пакет кроссплатформенных программных модулей (программное обеспечение, работающее более чем на одной аппаратной платформе и/или операционной системе), дающих пользователю удобный интерфейс для создания расчетной модели, подготовки и запуска выбранного решателя, визуализации и постобработки полученных результатов [1].

Во время прохождения производственной практики в РФЯЦ – ВНИИЭФ была предоставлена данная тема. Целью работы являлась обработка геометрических моделей в программе ЛОГОС-ПреПост версии 4.3.1 (сборка 116) и ЛОГОС-ПреПост версии 4.3.1 (сборка 324), а также в коммерческом программном обеспечении (КПО) для проверки корректности работы препостпроцессора ЛОГОС-ПреПост 4.3.1 (сборка 116), также сведение результатов в таблицы для сравнения.

Постановка задачи

Для работы в программе ЛОГОС-ПреПост версии 4.3.1 (сборка 116) и ЛОГОС-ПреПост версии 4.3.1 (сборка 324) исходными данными являлись геометрические модели (26 моделей) различных деталей, объектов, которые представлялись в виде файла с расширением xml. Каждую геометрическую модель необходимо было загрузить в рабочую программу. После загрузки модели необходимо было проделать такую операцию, как «извлечение тесселяции». Далее основная задача разбивалась на 2 подзадачи:

- проделать «извлечение тесселяции» с точностью, заданной по умолчанию;
- проделать «извлечение тесселяции» с максимальной точностью.

Тесселяция (англ. tessellation) — способ, с помощью которого возможно увеличить количество полигонов в трёхмерной модели. При этом каждый полигон модели разбивается на заданное число связанных полигонов, которые выстраиваются в соответствии с общим направлением поверхности модели. Таким путём можно сначала создать простую модель, а затем быстро и просто повысить её детализацию.

Для выполнения данной работы и формирования сравнительных таблиц для каждой геометрической модели необходимо было получить следующие характеристики:

- название модели;
- вид модели;
- вид модели после «извлечения тесселяции»;
- точность тесселяции;
- количество элементов;
- модель сшита/не сшита;
- результат (успешный, неуспешный, содержит дефекты).

Для работы в КПО использовались те же геометрические модели. Но в формате STEP, т.к. КПО не поддерживает формат xml. Обработка данных проводилась аналогично.

Файл с расширением XML — это текстовый файл, который используется для хранения структурированных данных.

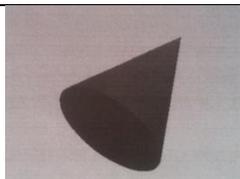
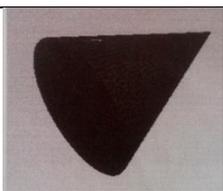
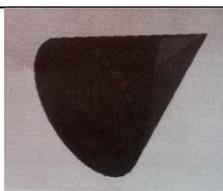
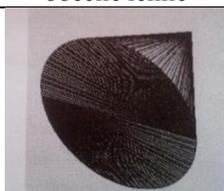
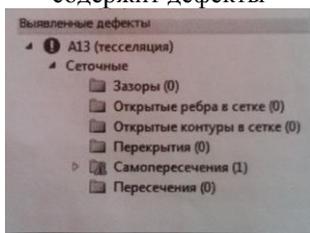
Файл с расширением STEP представляет собой файл трехмерной модели. Он служит для интерпретации и представления промышленного продукта, а также для обмена данными.

Результаты

В данной работе приведена одна сравнительная таблица. Ниже представлен пример таблицы для задачи №7 (табл.1)

Анализирую полученную таблицу 1, можно сказать следующее: точность тесселяции использовалась по умолчанию в использованном ПО. Количество элементов, на которые разбивалась геометрическая модель в КПО существенно отличается от количества элементов, полученных в ЛОГОС-ПреПост версии 4.3.1 (сборка 116) и ЛОГОС-ПреПост версии 4.3.1 (сборка 324), чем больше количество элементов получено после «извлечения тесселяции», тем более корректной получается фасеточная модель.

Таблица 1
Сравнительная таблица для модели А13

Название модели	А13		
Вид модели			
	ЛОГОС-ПреПост версия 4.3.1 (сборка 116)	ЛОГОС-ПреПост версия 4.3.1 (сборка 324)	Коммерческое программное обеспечение
Вид модели после «извлечения тесселяции»			
Точность тесселции	0,255 mm	0,255 mm	средняя
Количество элементов	1414	132	448
Модель сшита/не сшита	сшита	сшита	сшита
Результат	успешно	содержит дефекты 	успешно

После «извлечения тесселяции» была проведена диагностика корректности модели, в ЛОГОС-ПреПост версии 4.3.1 (сборка 116) и КПО модель не содержит дефектов, а в ЛОГОС-ПреПост версии 4.3.1 (сборка 324) модель имеет одно самопересечение. Такой дефект можно устранить автоматически, если же дефектов большое количество, то необходимо исправлять алгоритм построения тесселяции.

Исходя из данной таблицы можно сделать вывод, что для данного примера препостпроцессор ЛОГОС-ПреПост версии 4.3.1 (сборка 116) работает корректнее, чем остальные программы.

Заключение

На основе проделанной работы, можно сказать, что новая версия программы ЛОГОС-ПреПост версии 4.3.1 (сборка 116) работает более отлажено и корректно, т.е. строит более точные фасеточные модели. При возникновении дефектов программа может автоматически исправить их. Программа ЛОГОС-ПреПост версии 4.3.1 (сборка 116) загружает все геометрические модели, что нельзя сказать про коммерческое программное

обеспечение, имеет достаточно простой и понятный пользователю интерфейс.

Полученные результаты оформлены в виде рабочих материалов.

Список литературы

1. А.Л. Потехин, В.А. Никитин и др. Программа ЛОГОС. Методы графической обработки результатов моделирования инженерных задач // ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г.Саров. – 2009. – Т. 21. – № 4. – С. 17–21.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АМПЛИТУДНО-ФАЗОЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТОКОВЫХ ШУНТОВ

Рыжова А.О., Заревич А.И.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
antonzarevich@ngs.ru

Ключевые слова: Динамические характеристики, токовый шунт, преобразование Фурье.

Введение

Для измерения больших токов в условиях значительных электромагнитных помех традиционно используются токовые шунты [1, 2]. При этом амплитуда измеряемых токов может достигать десятков кА, а сами токи могут иметь сложную форму огибающей и сложный спектральный состав. Необходимо принять во внимание и то, что частотный спектр больших токов может включать компоненты с частотами до нескольких десятков кГц.

Определение динамических характеристик шунтов осложнено из-за их конструктивных свойств, очень низкого сопротивления и широкого динамического и частотного рабочего диапазонов, что определяет высокие требования к измерительному оборудованию.

Текущее состояние проблемы

В настоящее время существуют такие устройства для определения амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) и фазочастотных характеристик (ФЧХ) токовых шунтов, как [3-5]. Они имеют ряд недостатков, например: низкая точность определения АЧХ, невозможность определения частотного диапазона измерения; влияние на определяемые АЧХ и ФЧХ шунта погрешности квантования аналого-цифровых преобразователей (АЦП).

Целью статьи является описание разработанного на кафедре КИСМ ИК ТПУ устройства для определения АЧХ и ФЧХ токовых шунтов, созданного на основе прототипа [5], принципиальная схема которого представлена на рис. 1.

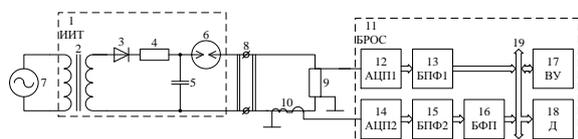


Рис. 1 – Схема устройства-прототипа.

Устройство содержит источник импульсного тока 1, в котором к первому выводу вторичной обмотки повышающего сетевого трансформатора 2 подключен однополупериодный выпрямитель 3, к которому через резисторный ограничитель тока заряда 4 подключен емкостной накопитель энергии 5, соединенный со вторым выводом вторичной

обмотки повышающего сетевого трансформатора 2. Между резисторным ограничителем тока заряда и контактными клеммами 8 коммутирует 6. Первичная обмотка повышающего сетевого трансформатора 2 подключена к промышленному источнику напряжения переменного тока 7 с действующим значением выходного напряжения 220 В. Тестируемый шунт 9 подключен к выходным клеммам 8 через эталонный трансформатор тока 10.

Блок регистрации и обработки сигнала (БРОС) 11 содержит два АЦП 12, 14, к которым подключены блоки быстрого преобразования Фурье (БПФ): 13, 15. 15 соединен с блоком функционального преобразования (БФП) 16.

Вычислительное устройство 17, БПФ 13, БФП 16 и дисплей 18 связаны через общую шину данных 19.

Описание устройства

Устройство предназначено для контроля и определения динамических метрологических характеристик при производстве и эксплуатации токовых шунтов. Его принципиальная схема представлена на рис. 2.

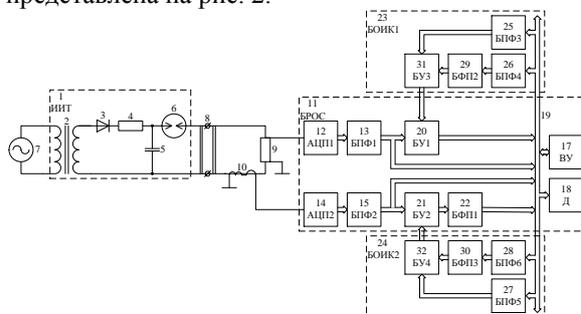


Рис. 2 – Схема устройства для определения АЧХ и ФЧХ токовых шунтов.

Устройство содержит элементы прототипа, описанные выше. Кроме того, в БРОС к (БПФ) 13, 15 подключены блоки умножения (БУ) 20, 21. Последний соединен с первым блоком функционального преобразования (БФП) 22.

Также предлагаемое устройство содержит два блока определения идеализированных коэффициентов обратной передачи АЦП 23 и 24.

Эти блоки идентичны и каждый из них содержит по два БПФ 25, 26 и 27, 28, по одному БФП 29 и 30 и по БУ 31 и 32.

Все цифровые устройства связаны через общую шину данных 19.

Блоки АЦП реализованы с помощью АЦП AD6649, блоки преобразования Фурье – с

помощью цифровых сигнальных процессоров ADSP-21467 и ADSP-21991, блоки умножения – с помощью микроконтроллеров ADSP-TS201S, а вычислительное устройство 17 – помощью микропроцессора ADSP-BF523.

Работа устройства

Тестируемый шунт подключают к источнику импульсного тока; источник импульсного тока подключают к источнику напряжения переменного тока, напряжение которого повышают сетевым трансформатором до напряжения, на 50 % превышающего напряжение срабатывания коммутатора (газоразрядного устройства). Выходное напряжение сетевого трансформатора выпрямляют однополупериодным выпрямителем и через резисторный ограничитель тока заряда заряжают им накопитель энергии. При достижении напряжением на накопителе энергии значения пробоя газоразрядного устройства, оно срабатывает, при этом на выходных клеммах источника импульсного тока развивается напряжение, и накопитель энергии разряжается через тестируемый шунт.

Сигналы с выходов тестируемого шунта и эталонного трансформатора тока поступают на входы блока регистрации и обработки сигнала, где с помощью АЦП и БПФ получают два массива чисел, соответственно $\{S_{ш,i}\}$ и $\{S_{т,i}\}$, где i – номер числа в массиве.

Преобразованные сигналы подают на входы блоков БУ, получая на выходе массивы чисел $\{S_{2,ш,i}\}$ и $\{S_{2,т,i}\}$. Последний дополнительно, подают на вход блока БФП1, который выполняет поэлементное обратное пропорциональное преобразование поступившего на его вход массива чисел: $\{S_{3,т,i}\} = \{1 / S_{2,т,i}\}$. Далее, массивы чисел $\{S_{ш,i}\}$, $\{S_{т,i}\}$ и $\{S_{3,т,i}\}$ подают в вычислительное устройство, которое для каждого из массивов по известному критерию [6] определяет ширину спектров сигналов с выходов тестируемого шунта $\Delta f_{ш}$ и эталонного трансформатора тока $\Delta f_{т}$. Далее вычислительное устройство формирует два тестовых сигнала в форме дельта-функции, которые сохраняют в памяти данного устройства с максимальной для него разрядностью, выполняет понижение разрядности до разрядности соответствующего АЦП и результаты этих операций также сохраняют в памяти устройства в виде массивов данных.

Далее соответствующие массивы данных с пониженной разрядностью подают на входы блоков БПФ3 и БПФ5, с максимальной разрядностью – на входы блоков БПФ4 и БПФ6, которые дополнительно подают на входы блоков БФП2 и БФП3. Сигналы с выходов блоков БПФ3, БПФ5 и БФП2 и БФП3 поступают на входы БУ3 и БУ4.

Массивы чисел, сформированные с использованием блоков определения

идеализированных коэффициентов обратной передачи АЦП подают на входы БУ1 и БУ2.

После этого вычислительное устройство определяет массив данных, соответствующий комплексному коэффициенту передачи шунта, реализуя поэлементное умножение массивов, определение значений частот быстрого преобразования Фурье и разделение комплексного коэффициента передачи шунта на модуль и аргумент. При этом модуль комплексного коэффициента передачи шунта является его АЧХ, а аргумент – ФЧХ. Визуализацию АЧХ и ФЧХ шунта производят посредством дисплея.

Заключение

Предложенная конструкция позволяет определить идеализированные коэффициенты обратной передачи первого и второго АЦП. Поэлементное умножение массивов данных этих коэффициентов и спектров сигналов с выходов тестируемого шунта и эталонного трансформатора тока повышает эквивалентную разрядность этих сигналов и, таким образом, осуществляется снижение влияния погрешности квантования первого и второго АЦП на определяемые АЧХ и ФЧХ тестируемого шунта.

Список литературы

1. Векслер М.С., Теплинский А.М. Шунты переменного тока. – Л.: Энергоатомиздат, 1987. – 120 с.
2. Muravyov S.V., Borikov V.N., Natalinova N.M. A computer system: measurement of welding surge currents // Measurement and Control. – 2009. – V. 42. – № 3. – P. 44–47.
3. Измеритель относительных амплитудно-частотных характеристик: пат. RU 2291452 C2, МПК G01R27/28 (2006.01), опубл. 01.11.2001.
4. Cherbaucich C., Crotti G., Kuljaca N., Novo M. Evaluation of the dynamic behaviour of heavy current shunts // Metrology in the 3rd Millennium: Proc. XVII IMEKO World Congress. – 22–27 June, 2003. – Dubrovnik, Croatia, 2003. – P. 586–589.
5. Заревич А.И., Муравьев С.В., Бедарева Е.В., Карпенко С.Р. Импульсный метод определения частотных характеристик сильноточных шунтов // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 321. – № 4. – С. 137–140.
6. Гутников В.С. Фильтрация измерительных сигналов. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1990. – 192 с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБСЛЕДОВАНИЯ ПАССАЖИРОПОТОКА ГОРОДА ТОМСКА

Кузьменко Е. А., Кочегурова Е. А.

Томский политехнический университет, институт кибернетики
Deneb54@sibmail.com

Введение

Транспортная система города Томска на данный момент имеет ряд проблем, таких как нарушенная интервальность движения, превышение допустимой нормы перевозимых пассажиров, неравномерное распределение пассажиропотоков по остановкам маршрутов. В связи с этим агентством дорожной информации «Радар» было проведено обследование городского пассажирского транспорта [1]; результатом обследования должен стать проект модернизации пассажирской маршрутной сети (в том числе и транспорта пригородного сообщения).

Часть обследования проводилась группой учётчиков с применением счётно-табличного метода [2], вследствие чего был получен большой объём данных, обработка которых вручную была бы крайне неэффективна. Для решения этой проблемы был разработан ряд макрокоманд, позволяющий автоматизировать обработку данных обследования.

Обработка данных обследования

В ходе обследования к автобусам исследуемых маршрутов были прикреплены учётчики, собирающие данные пассажиропотока. Результатом работы каждого из учётчиков стал отчёт в формате MS Excel, включающий в себя информацию о всех рейсах, выполненных их автобусом в течение дня, а именно: время выхода в рейс и время прибытия, количество вошедших и вышедших людей на каждой из остановок маршрута. За летний период обследования было получено более ста отчётов, в среднем, каждый из отчётов содержал около восьми выходов на маршрут — всё это представляет большой массив информации, сложный в обработке. В первую очередь, данные от всех учётчиков на одном маршруте за один день требовалось объединить в общую таблицу, отсортировать выезды.

Обработка данных включала в себя приведение исходных таблиц к нескольким стандартным формам — специальным таблицам, отвечающим требованиям Минтранса РФ [3]. Основные из них следующие. Форма «Количество перевезённых пассажиров по участкам маршрута» представляет собой информацию о том, сколько человек находилось внутри автобусов на каждой из остановок. Анализируя данную форму можно выявить наиболее востребованные остановки маршрута. Форма «Распределение пассажиропотока по часам суток» содержит информацию о передвижении людей на маршруте

в течение дня (с разбиением на интервалы в один час). Форма «Ведомость перевезённых пассажиров» показывает удельный вес каждого из временных интервалов относительно общего количества перевезённых пассажиров в течение дня.

Так как выбор MS Excel, как основной программы, был обусловлен требованиями заказчика, для автоматизации было решено использовать макросы на языке VBA [4]. Это решение удобно и позволяет контролировать результат исполнения автоматизированных команд, не доводя до серьёзных ошибок в последующих вычислениях.

В ходе работы для решения поставленной задачи было создано несколько макрокоманд, выполнение каждой из которых приводило к появлению новых данных для анализа. Эта скрытая информация способствовала лучшему пониманию проблем исследуемого маршрута.

Ниже приведён список созданных макросов и функций, применяемых для каждого из маршрутов:

- сортировка столбцов общей таблицы выходов на маршрут по времени;
- расчёт количества пассажиров в салоне для каждого участка пути с определением значений, превышающих норму;
- расчёт суммы всех вошедших и вышедших пассажиров на каждой из остановок;
- подсчёт интервалов движения автобусов и времени в пути;
- автоматический перенос данных из общей таблицы в заданные формы;
- вычисление распределения количества перевезённых пассажиров по часам;
- вычисление суммы перевезённых пассажиров через каждую из остановок маршрута;
- подсчёт процентного соотношения количества перевезённых пассажиров для каждого часа к общему числу перевезённых пассажиров.

Также был создан ряд вспомогательных функций.

Представление полученных результатов обследования

Формирование итоговых форм дало возможность получить графическое представление данных, а также помогло в дальнейшем анализе результатов.

Для примера можно рассмотреть графики, полученные в ходе обработки данных маршрута №№ 7, 60.

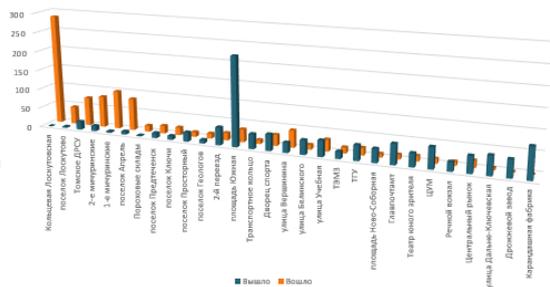


Рис. 1. Распределение перевезённых пассажиров по участкам маршрута № 7

При движении по маршруту № 7 (рисунок 1) наибольшее число пассажиров осуществляет выход на остановке «пл. Южная», являющейся граничной остановкой, отделяющей город Томск от пригородной зоны и присоединенных территорий. Можно сделать вывод, что маршрут востребован большинством пассажиров только для перемещения в Томск и обратно. Следовательно, целесообразно существование только пригородной части данного маршрута, так как городская часть почти полностью дублируется другими маршрутами.

График, представленный ниже, построен на основе формы «Распределение пассажиропотока по часам суток» для маршрута № 60 (рисунок 2).

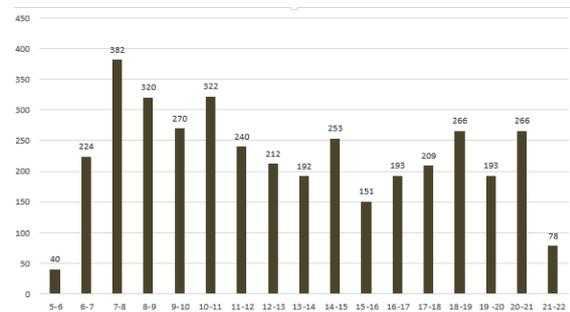


Рис. 2. Ведомость перевезенных пассажиров на маршруте № 60 по часам суток

Можно сделать вывод, что маршрут наиболее востребован пассажирами в утренний и вечерний час пик, а также в обеденное время. Кроме этого, поздним вечером потребность в маршруте также существует.

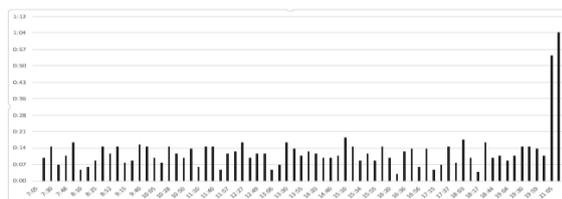


Рис. 3. Интервальность движения автобусов маршрута № 60

График интервальности выходов на маршрут (рисунок 3) показывает относительно равномерное

распределение, за исключением вечерних часов, где значения превышают максимально допустимые интервалы движения городского транспорта — 20 минут.

Заключение

При выполнении данной работы был создан комплекс макропрограмм, позволяющий быстро и корректно обрабатывать данные, полученные в ходе проводимого обследования пассажиропотока города Томска. Созданные функции включают в себя перенос данных из одних таблиц в другие, форматирование таблиц, расчёт новых данных, на основе существующих. Результаты обследования пассажиропотока позволяют получить технические характеристики движения автобусного городского транспорта: количество пассажиров, эксплуатационные и технические скорости движения, временные отметки остановок, время регулирования движения и др. Всё это будет использоваться для создания рекомендации по числу и местам размещения остановок, определения пропускной способности действующих остановок и их соответствие пассажирообороту. Эти характеристики станут основой для разработки системы создания и модернизации расписания пассажирского городского транспорта.

Список использованных источников

- Обследование пассажиропотоков города Томска // Центр дорожной информации. [Электронный ресурс]. — 2015. URL: <http://road.perm.ru/index.php?id=1392> (Дата обращения 29.09.2015).
- Кригер Л.С. Управление движением городского пассажирского транспорта на основе ситуационного подхода: дис. ... канд. тех. наук — Астрахань, 2014. — 157 с.
- Минтранс России // Рабочие материалы. [Электронный ресурс]. — 2015. URL: <http://www.mintrans.ru/documents> (Дата обращения 20.09.2015).
- Уокенбах Джон. Профессиональное программирование на VBA в Excel: Пер. с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. — 784 с.

SIGNAL AMPLITUDE INSTABILITY OF DIRECT DIGITAL SYNTHESIS GENERATOR

Petlina T.A., Nikulina Yu.V., Rybin Yu.K.
Tomsk polytechnic university, Cybernetic institute
tap5@tpu.ru

Annotation

Direct digital synthesis (DDS) generators are becoming more and more popular today. DDS aim is to receive a signal of a random form with the given parameters. Most often generators, based on DDS, are used for sinusoidal signal formation.

Generated by DDS generator signal is highly precision. Signal parameters (frequency, amplitude and phase) are known in every time moment. Generator output signal is formed in digital and analog forms, therefore the structure implementing the DDS must contain a digital-to-analog converter (DAC) and a smoothing filter.

However, DDS generators suffer from amplitude instability in case when frequency is specified as a fractional value.

Analysis of amplitude instability

For research of amplitude instability, analysis is conducted on example of a math model of a sinusoidal signal. For this purpose, modeling software Mathcad is used.

Functional diagram of the DDS generator, shown in figure 1, consists of phase accumulator (PA), read-only memory device (ROM) and DAC. This diagram generates sinusoidal signal with a given frequency. Output signal frequency is defined by two parameters: frequency of a clock signal and binary number, which is written down in frequency register.

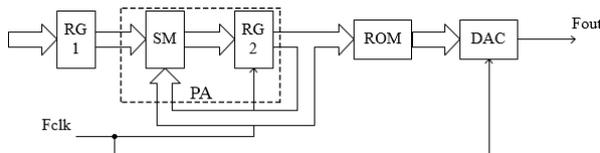


Figure.1. Function diagram of DDS generator

The considered signal is determined by formula (1):

$$v(j) = 511 \cdot \sin\left(j \cdot 2\pi \cdot \frac{f_{clk} \cdot q}{2^n}\right), \quad (1)$$

where j – number of a clock interval; f_{clk} – frequency of the clock signal; q – decimal equivalent of binary number, determining signal frequency; n – digit capacity of phase accumulator.

Output signal frequency is determined by formula (2):

$$f_{out} = \frac{f_{clk} \cdot q}{2^n} = \frac{1}{T}, \quad (2)$$

where T is a period of output signal.

To simplify the analysis taking into account formula (2), the signal is defined by means of the period by formula (3):

$$v(j) = 511 \cdot \sin\left(j \cdot 2\pi \cdot \frac{1}{T}\right). \quad (3)$$

In figure 2, signal formed according to (3) at period T equals 13 clock intervals is shown.

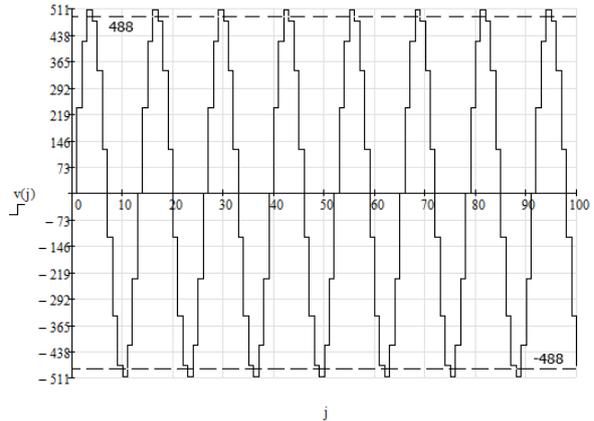


Figure 2. Signal with frequency $f = 1 / 13$ kHz

In figure 2, boundaries, limiting positive and negative peaks of signal, are shown.

It is shown that value of amplitude at set period $T = 13$ ms is 507.274 mV.

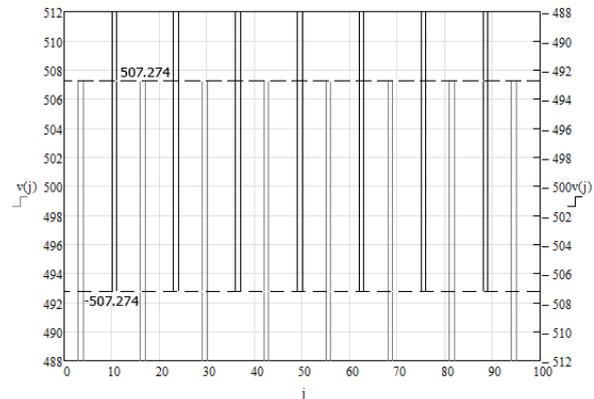


Figure 3. Positive and negative peaks of half-waves with a frequency of $f = 1 / 13$ kHz

In figure 3, peaks of positive and negatives half waves of sinusoidal signal are shown by different colors.

From figure 3 it follows that at a preset value of the period amplitude doesn't change. Amplitude remain invariable if the period is equal to any integer number, but as soon as the period is a fractional number, amplitude starts to change, as it is shown in figure 4 where the period of T equals 13.05 clock intervals.

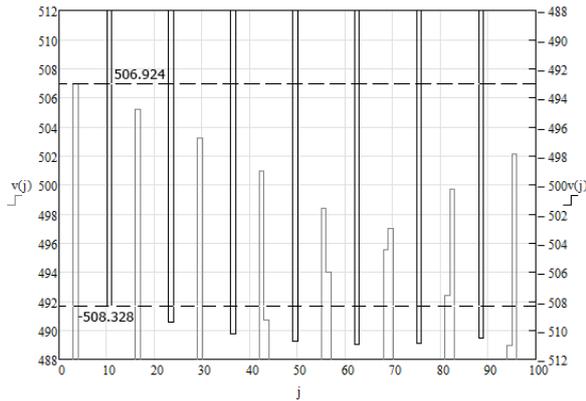


Figure 4. Combining positive and negative peaks of half-waves at the frequency $f = 1 / 13.05$ kHz

From figure 4 one can see that positive and negative peaks change in opposite directions: minimum of the negative half-waves corresponds to maximum of the positive ones.

The analysis of amplitude instability is carried out at different frequencies. Thus, the period is chosen from the following set of fractional numbers, which are chosen as a result of the preliminary research: (13.01; 13.02; 13.05; 13.09; 13.1) ms.

For the analysis of amplitude instability subject to the number of clock interval amplitude of positive and negative peaks of signal half-waves and the absolute value of the difference between them are calculated. The obtained data are presented in table 1.

With accordance to obtained data, graph of dependence of the amplitude on the number of clock interval (fig. 5) is constructed.

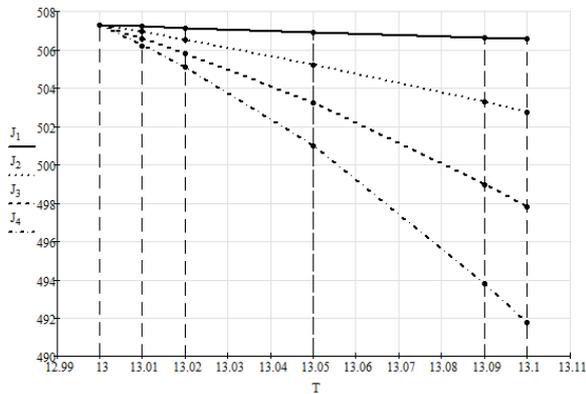


Fig. 5. Dependence of amplitude on the number of clock interval

In figure 5 dependence of the amplitudes of positive peaks of signal half-waves on the quasiperiod is shown by different types of lines: J1 line is a dependence on the first quasiperiod, J2 line – on the second, J3 line – on the third, J4 – on the fourth quasiperiod.

Table 1. Values of amplitude

Period, ms	Amplitude of positive peaks, mV	Amplitude of negative peaks, mV	Difference of amplitudes, mV	
$j_1 = 3, j_2 = 10$	13	507.274	-507.274	0.000
	13.01	507.205	-507.500	0.295
	13.02	507.136	-507.718	0.582
	13.05	506.924	-508.328	1.404
	13.09	506.635	-509.041	2.406
	13.1	506.561	-509.201	2.64
$j_3 = 16, j_4 = 23$	13	507.274	-507.274	0.000
	13.01	506.899	-507.782	0.883
	13.02	506.507	-508.252	1.745
	13.05	505.227	-509.437	4.21
	13.09	503.284	-510.496	7.212
	13.1	502.757	-510.669	7.912
$j_5 = 29, j_6 = 36$	13	507.274	-507.274	0.000
	13.01	506.581	-508.053	1.472
	13.02	505.831	-508.739	2.908
	13.05	503.237	-510.251	7.014
	13.09	498.994	-511.000	12.006
	13.1	497.796	-510.963	13.167
$j_7 = 42, j_8 = 49$	13	507.274	-507.274	0.000
	13.01	506.251	-508.311	2.060
	13.02	505.107	-509.179	4.072
	13.05	500.955	-510.769	9.814
	13.09	493.773	-510.549	16.776
	13.1	491.690	-510.082	18.392

Note: j_i – number of a clock interval corresponding to positive and negative half-waves of peaks of a sinusoidal signal.

Conclusion

As a result of the conducted research it is revealed that amplitude instability decreases with change of the number quasiperiods, and the difference between positive and negative peaks of a signal increases almost twice. The worst amplitude instability from analyses values of the period is observed with period $T = 13.1$ ms and equal 3 % of nominal value.

The received results will make use for further connected with a problem of amplitude instability.

References

1. Fundamentals of Direct Digital Synthesis (DDS). // MT – 085 tutorial, 9 p. <http://www.analog.com/static/imported-files/tutorials/MT-085.pdf>.
2. Jouko Vankka, Kari Halonen. Direct Digital Synthesizers: Theory, Design and Applications: – Springer, New York, Dordrecht, London, 2001.
3. Eva Murphy, Colm Slattery. Everything about DDS Synthesizers // Komponenty i tehnologii. No. 1, 2005, 7 p.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ В ТРАНЗИСТОРЕ ШОТТКИ С УЧЕТОМ КРАЕВЫХ ЭФФЕКТОВ В МЕСТЕ СТЫКА ЭЛЕКТРОДА И ИЗОЛЯТОРА

Багутдинов Р. А.

аспирант Томского Политехнического Университета, кафедра «ИГПД», Институт кибернетики
Научный руководитель: д.т.н. Захарова Алена Александровна
ravlil_bagutdinov@yahoo.com

В данной работе рассматривался метод двумерного численного моделирования субмикронных GaAs полевых транзисторов с затвором Шоттки на основе решения дифференциальных уравнений в частных производных уравнения Пуассона и непрерывности тока для электронов. Используемая двумерная численная модель позволяет учитывать эффекты нестационарной динамики электронов и исследовать сложные явления переноса носителей в GaAs-ПТ с затвором Шоттки.

Полевой транзистор в работе схематично был представлен с прямоугольной активной областью из легированного арсенида галлия, с двух сторон ограниченной металлизированными контактами истока и стока. По третьей координате ПТ считался достаточно большим так, чтобы можно было не учитывать краевые эффекты. Затворы располагались симметрично вдоль широкой стороны области GaAs. Также представлены обедненные носителями заряда области, возникающие под затворами из-за эффекта Шоттки. Обедненные области расширяются по мере приближения к стоку, и при подаче больших смещений между стоком и истоком (или затвором и истоком) обедненные носителями заряда области смыкаются на стоковой стороне затвора, что приводит к увеличению скорости носителей и заряда тока в канале.

Анализ распределения потенциала и заряда в предыдущих исследованиях в этой области показал, что даже при низких потенциалах на затворе и стоке существует сильное поле вблизи стокового края затвора. [2] Неоднородное легирование активной области, учитывающее данные особенности, позволит повысить напряжение пробоя ПТ и представляет большой интерес в дальнейших исследованиях в этой области.

В данной работе расчетная область разбивалась прямоугольной сеткой с постоянным шагом h ($h_x = l_x / (n_x - 1)$, $h_y = l_y / (n_y - 1)$) и размером 80×26 . Точки стыка размещались в узлах сетки. В качестве расчетов брался транзистор 3П351А-2 с двумя затворами и условными размерами внутри расчетной сетки $L_x = 1.85$, $L_y = 0.6$. Дифференциальное уравнение аппроксимировались центральной разностной схемой типа «крест», и решение в них определялось итерационным методом Гаусса-

Зейделя. Верхняя и нижняя граница разбивались на три одинаковых отрезка. На середине отрезка верхней и нижней границе задавались параметры решения уравнения Лапласа. Граничные условия определялись из точного аналитического решения задачи о распределении электростатического поля в канале постоянного сечения [5]. Расчет производился на сетках 80×26 , что позволило определить влияние сгущения узлов сетки для более точного определения потенциала вблизи точек особенности.

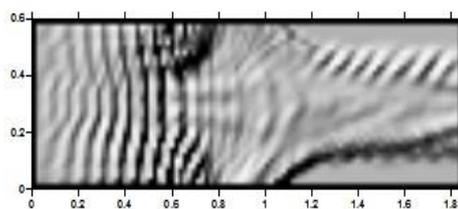


Рис. 1. Концентрация электронов при открытом транзисторе Шоттки

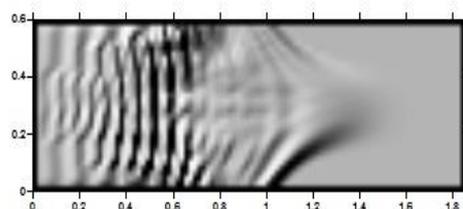


Рис. 2. Концентрация электронов в процессе закрытия транзистора Шоттки

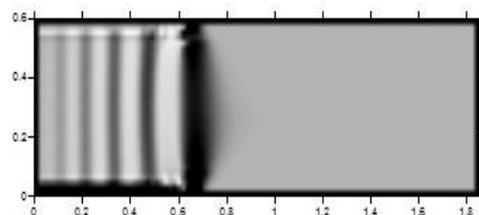


Рис. 3. Концентрация электронов при закрытом транзисторе Шоттки

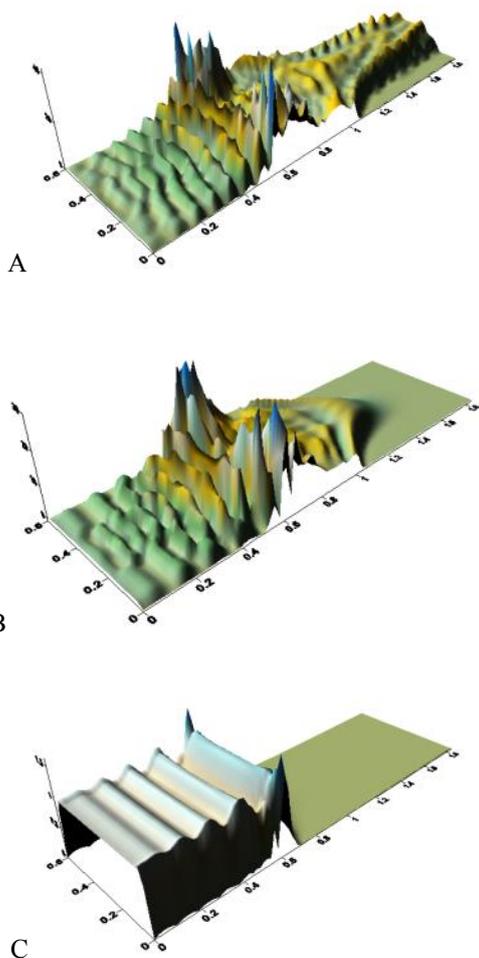


Рис 4. 3D-изображения концентрации частиц в транзисторе Шоттки (А – открытый транзистор; В – закрывающийся транзистор; С – закрытый транзистор)

Анализ распределения потенциала и заряда в области затвора и стока показал, что даже при низких потенциалах на затворе и стоке существует сильное поле вблизи стокового края затвора в области стыка электрода и изолятора. Для транзисторов с малыми геометрическими размерами традиционный подход приближения плавного канала, использующий уравнение Пуассона и условие непрерывности, становится непригодным.

Результаты исследований подтверждают значимость использование многомерного подхода к моделированию процессов в транзисторах. Показан нелинейный характер изменения проводимости канала в зависимости от приложенного напряжения на затворе, вызванный краевыми эффектами. Определены значения потенциалов запираения и влияние на величину пропускной способности канала длительности приложенного напряжения на затворе.

Показано, что для исследуемой модели транзистора определение с высокой точностью полей электрической напряженности в местах стыка электрода и изолятора большого значения не имеет, в связи с тем, что окончательное запираение канала происходит на центральной оси устройства и максимально удалено от мест особенности.

В результате работы можно прийти к выводу, что для устройств V-типа следует ожидать значительного влияния краевых эффектов на пропускную способность, предопределенную расположением основного потока вблизи мест стыковки.

Литература

1. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. М.:Наука, 1976.
2. Васенин И. М., Нариманов Р.К. Определение параметров магнитогидродинамического течения в канале МГД-генератора с учетом краевых эффектов электрического поля., г. Томск, 2006.
3. Вячистый Д.Ф., Нариманов Р.К. Гидродинамическая двумерная модель GaAs полевого транзистора Шоттки с учетом особенностей электрического поля., г. Томск, 2006.
4. Иващенко В. М., Митин В. В. Моделирование кинетических явлений в полупроводниках. Метод Монте-Карло. - К.: Наукова думка, 1990.- 192 с.
5. Кадничанский Я.О., Боцуло О. В. Субмикронные полевые транзисторы - Харьков, 2012.
6. Оболенский С.В., Китаев М.А. Полевой транзистор с 30-нм затвором //Письма в ЖТФ, 2000, Т.26, вып. 10, с.13.
7. Оболенский С.В., Китаев М.А. Исследование процессов генерации в баллистическом полевом транзисторе //Микроэлектроника, 2001, Т.30, вып.1, с.7–12.
8. Хокни Р., Иствуд Дж. Численное моделирование методом частиц.- М.: Мир 1987.- 640 с.
9. Флетчер К. Вычислительные методы в динамики жидкостей 1-2 Тома- Мир, Москва, 1991.
10. Шур М. Современные приборы на основе арсенида галлия: Пер. с англ.-М.: Мир, 1991 -632 с.
11. Kohn E. V-shaped-gate GaAs MESFET for improved high frequency performance//Electronics Letters, 1975, V.11, № 8, p.160.
12. Wang Y.J., Lu S.S. Two-dimensional simulation for the GaAs V-groove gate MESFET's // Solid State Electronics, 1999, V.43, № 2, p.229.

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ПРИМЕНЕНИЯ БЛОЧНОЙ СПОРАДИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В ДИСПЕТЧЕРСКИХ СИСТЕМАХ НЕФТЕДОБЫЧИ

Зебзеев А.Г., Киреев П.А.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
zebzeev@gmail.com

Для систем диспетчерского управления процессами нефтедобычи с высокими требованиями к быстродействию и с большим числом низкоскоростных терминалов, генерирующих пульсирующий трафик, предпочтительно использование событийных телекоммуникационных протоколов [1]. Среди предлагаемых методов работы событийных протоколов наибольшим быстродействием обладает спорадический режим [2]. Спорадический режим характерен тем, что для каждого контролируемого сигнала телеизмерения устанавливается порог чувствительности к изменению значения его величины относительно предыдущего замера – апертура (Δ). На данный момент не существует единого подхода к определению величины апертуры телеизмерений. При установлении апертуры должны приниматься во внимание расчетные возможности каналов связи с одной стороны и требования к точности передачи данных с другой. С учетом разных требований к точности визуализации данных на мониторе диспетчера ($s_b(x_i)$) и к точности сохранения в базе данных ($s_{бд}(x_i)$), а также использование метки времени при формировании блока данных в работе [2] было предложено использование блочной спорадической передачи информации на основе двух уровней апертуры.

Апертурой первого уровня $\Delta_1(x_i)$ измеряемого параметра $x_i(t)$ называется абсолютное или относительное значение порога чувствительности параметра $x_i(t)$ к изменениям значения его текущей величины $x_i(t_{\text{тек}})$ относительно последнего отправленного значения $x_i(t_0)$, $t_{\text{тек}} > t_0$, при достижении которого необходима спорадическая передача $x_i(t_{\text{тек}})$ на диспетчерский уровень без возможности отложенной отправки (т.е. при $t > t_{\text{тек}}$), причем $s_b(x_i) \leq \Delta_1(x_i) \leq \delta(x_i)$.

Апертурой второго уровня $\Delta_2(x_i)$ измеряемого параметра $x_i(t)$ называется абсолютное или относительное значение порога чувствительности параметра $x_i(t)$ к изменениям значения его текущей величины $x_i(t_{\text{тек}})$ относительно последнего из значений: отправленного значения $x_i(t_0)$ или добавленного в блок данных с возможностью отложенной отправки $x_i(t_б)$, $t_{\text{тек}} > \max(t_0, t_б)$, при достижении которого необходимо добавление $x_i(t_{\text{тек}})$ в блок данных с возможностью отложенной отправки (т.е. при $t > t_{\text{тек}}$), причем $s_{бд}(x_i) \leq \Delta_2(x_i) \leq \delta(x_i)$.

На основании значений апертур должен быть сформирован блок данных прикладного уровня для отправки на диспетчерский уровень для архивирования и визуализации параметров. Блоки

данных прикладного уровня передаются на транспортный уровень для инкапсуляции и дальнейшей отправки. Инкапсуляция увеличивает формирующийся пакет данных дополнительными заголовками, что определяет целесообразность формирования как можно более длинного “сообщения”. В этом и заключается смысл блочной передачи данных – накопление данных (при достижении апертуры второго уровня) до тех пор, пока не заполнится весь блок или не произойдет событие, требующее срочной отправки сообщения (например, при достижении апертуры первого уровня).

Для реализации блочной спорадической передачи данных в работе [2] был описан алгоритм формирования блоков данных прикладного уровня. Однако в статье не были представлены количественные оценки работы предлагаемого алгоритма с учетом влияния основных параметров и ограничений.

Наиболее важными параметрами, влияющим на основные показатели работы алгоритма (достоверность передачи данных, объем передаваемой информации) являются значения апертур телеизмерений. При этом существенным ограничением выполнения алгоритма является быстродействие вычислительного устройства – контроллера.

Для анализа влияния указанных факторов на работу алгоритма была разработана имитационная модель (см. рис 1.) в программном пакете Matlab.



Рис 1. Экспериментальная модель оценки работы алгоритма

Приведем описание экспериментальной модели. На вход алгоритма, реализованного в программной среде Stateflow, подаются ретроспективные данные нефтедобывающего предприятия (22 типовых сигнала телеизмерений).

Типовые значения $s_{бд}(x_i)$, $s_b(x_i)$, $\delta(x_i)$, а также перечень основных величин телеизмерений нефтедобычи приведены в работе [3].

Модель программы последовательно для каждого параметра оценивает динамику их

изменений и сравнивает эти значения с величинами апертур, соответственно заданных для каждого параметра. Затем, в зависимости от динамики изменений, алгоритм формирует блок данных. В массив данных блока записываются: тэг параметра, текущее значение параметра и метка времени измерения. На этапе обработки результатов для каждого из параметров формируется двухмерный массив. В первом столбце указывается время, когда параметр превысил апертуру, а во втором соответственно сама величина в этот момент времени. Затем по полученным данным с помощью аппроксимации (с периодом 0,001 с) формируется тренд, который будет видеть диспетчер у себя на экране.

Для оценки достоверности передаваемой информации были проанализированы величины относительных и абсолютных погрешностей измерений по формулам:

$$1) \sigma_{от} = \frac{\sum_0^n \frac{(x_n - x)}{x}}{n} * 100\%;$$

$$2) \sigma_{аб} = \frac{\sum_0^n (x_n - x)}{n};$$

где: $\sigma_{от}$ – относительная погрешность, $\sigma_{аб}$ – абсолютная погрешность, x_n – массив выходных значений параметра, x – массив входных значений параметра, n – количество анализируемых точек.

Для снижения вычислительной нагрузки эксперимента при исследовании погрешности сравнивались значения массивов с периодом 0,01 с, поэтому $n = \frac{m}{100}$, где m – количество элементов интерполированного массива x_n .

Помимо наблюдения за влиянием апертур на значения погрешности передачи данных, также исследовалась зависимость от показателя быстродействия вычислительного устройства – количества операций, выполняемых за модельное время. За модельное время принята стандартная единица времени – 1 секунда.

Анализ экспериментальных данных показал, что при низких вычислительных ресурсах либо большой сложности прикладных программ контроллера для измеряемых величин с высокой динамикой, например, для напряжения электродвигателя, погрешность передачи остается достаточно высокой независимо от изменения значений апертур. Так при возможности выполнения процессором лишь 100 операций/с алгоритм формирования блока данных погрешность составляет более 0,5 % (2 В). Это объясняется тем, что процессор не успевает обрабатывать изменения контролируемой величины в пределах установленных апертур.

С увеличением частоты выполнения алгоритма растет объем передающихся значений измерений, погрешность передачи данных снижается, а основное влияние на эти величины начинают оказывать размеры апертур.

При повышении частоты выполнения алгоритма до некоторого значения данная величина уже почти не влияет на показатели процесса передачи данных (с учетом ограниченных «снизу» значений апертур). Для медленно меняющихся параметров измерений (например, температуры нефти) эта величина для рассматриваемой модели составляет меньшие значения (порядка 10000 операций/с) по сравнению с параметрами, обладающими высокой динамикой (на 1-2 порядка выше). Также данная величина пропорционально зависит от общего количества телеизмерений и от общей доли параметров с высокой динамикой.

При достаточном вычислительном ресурсе контроллера аналитическое выражение зависимости количества передаваемых данных от величин апертур приведено в работе [4]. Необходимо отметить, что в этом случае уменьшение значений апертур второго уровня до нижних границ ($s_{бд}(x_i)$) существенно снижает погрешность передачи данных (порядка 0,01 % и менее). Однако это возможно только при достаточной реальной пропускной способности канала связи, т.к. снижение величины апертур приводит к повышению загрузки сети.

Вывод. Показатели точности блочной спорадической передачи данных на основе двух уровней апертур существенным образом зависят не только от размера самих апертур, но и от вычислительных возможностей процессора. Таким образом, при использовании блочной спорадической передачи данных и определении эффективных диапазонов апертур телеизмерений необходимо оценивать реальные вычислительные ресурсы системы. При недостаточных возможностях может потребоваться пересмотр требований к достоверности передачи данных в сторону увеличения допустимой погрешности и размеров апертур либо дополнительных мероприятий по модернизации программно-технических средств.

Список литературы

1. Bevin D. Modbus и DNP3: Сравнение Эффективности Коммуникаций. Обзорная Статья/ D. Bevin // Control Microsystems Inc. – 2009. – 7 с.
2. Zebzeev A.G. Alghoritm of block sporadic data transmission for telemechanics/ IEEE, International Siberian Conference, - 2015, 4 p.
3. Зебзеев А.Г. Алгоритм определения апертур телеизмерений в системах диспетчерского управления нефтедобычей/ А.Г. Зебзеев// Прикаспийский журнал. Управление и высокие технологии. – 2015. – №3. С. 167-185.
4. Зебзеев А.Г. Формальный подход к определению оптимальных значений апертур телеизмерений/ А.Г. Зебзеев// Экспозиция Нефть Газ. - 2015 - №. 6 (45). - С. 94-97.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ УСТОЙЧИВОЙ АВТОРЕГРЕССИИ

Иващенко А.О.

Научный руководитель: Емельянова Т. В.

Томский государственный университет, Механико-математический факультет
anuta_i@bk.ru

Введение

В задачах обработки временных рядов широко используются авторегрессионные модели, описывающие стационарные случайные процессы. Параметры таких моделей в большинстве случаев неизвестны, поэтому перед использованием модели требуется идентифицировать ее параметры непосредственным оцениванием. Проблема оценивания параметров является одной из основных проблем статистического анализа данных. В связи с этим представляет интерес рассмотреть задачу последовательного оценивания случайных процессов при функциях потерь квадратичной формы. Важным является также нахождение оптимальных правил остановки наблюдений в ситуациях, когда оптимальна последовательная процедура.

Таким образом, целью работы являлось проведение сравнения последовательного и байесовского подхода к оцениванию параметра модели устойчивой авторегрессии первого порядка (AR (1)).

Описание алгоритма

Рассматривается процесс устойчивой авторегрессии первого порядка с дискретным временем

$$X_i = \beta X_{i-1} + \varepsilon_i, i = 1, 2, \dots,$$

где $X_0 = 0$, ε_i – независимые одинаково распределенные случайные величины с нулевым математическим ожиданием и конечной дисперсией. В качестве оценки параметра β предлагается построить оценку по методу наименьших квадратов, в которой число наблюдений не фиксируется заранее [1]

$$\hat{\beta}_n = \frac{\sum_{i=1}^n X_i X_{i-1}}{\sum_{i=1}^n X_{i-1}^2}.$$

При использовании байесовского подхода к оцениванию параметров вводится некоторая функция потерь, которая характеризуется мерой расхождения между истинным значением параметра и его оценкой. В свою очередь риск – математическое ожидание функции потерь [2]. Рассмотрим функцию потерь вида

$$L_n(\hat{\beta}_n, \beta) = A * \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [\hat{X}_i - E(X_i | X_{i-1})]^2 + n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i^2 + n,$$

где $I_n = \sum_{i=1}^n X_{i-1}^2$, а $A = c^{-1}$ – обратная величина цены одного наблюдения [2]. Риск функции потерь $\bar{R}_n \approx 2n_0$ [3].

Однако бесполезно использовать n_0 в случае, когда неизвестны значения σ^2 и β . Для такой ситуации предлагается последовательный подход к оцениванию [4]. При этом пользуются правилом остановки t_A , построенным по наблюдаемому процессу

$$t_A = \inf \{ n \geq m_A : n \geq A^{\frac{1}{2}} \hat{\sigma}_n \},$$

где $\hat{\sigma}_n = n^{-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \hat{\beta}_n X_{i-1})^2$ и m_A – заранее заданный объем выборки.

Таким образом, риск, с учетом заданного правила остановки,

$$R_{t_A} = EL_{t_A}(\hat{\beta}_{t_A}, \beta).$$

Оценка \bar{X}_{t_A} является асимптотически эффективной. Более того, правило остановки также является асимптотически эффективным.

Было сделано предположение о том, что разность рисков $R_{t_A} - \bar{R}_{n_0} = O(1)$ при $A \rightarrow \infty$ [1]. Для подтверждения, проведено численное моделирование в среде Matlab, с помощью которого наглядно показано, что разность рисков при использовании последовательной процедуры оценивания может принимать отрицательные значения даже для нормального распределения ошибок.

Результаты численного моделирования

Рассмотрим результаты проведенного численного моделирования на примере данных, ошибки которых соответствуют стандартному нормальному распределению, т. е. $\varepsilon_i \sim N(0, 1)$. Для определенности значения параметра β приняли равными 0.1, 0.2, ..., 0.9 с шагом 0.1, $X_0 = 0$, $A = 400, 1000, 4000, 10\ 000$, $m_A = 5$.

В таблице 1 указаны результаты вычислений при различных значениях $A = c^{-1}$. Здесь n_0 – оптимальное количество наблюдений; \bar{R}_{n_0} – оценка риска при оптимальном количестве наблюдений n_0 ; $\hat{\beta}_{t_A}$ – оценка параметра модели линейной авторегрессии в момент остановки t_A ; $\hat{\sigma}_{t_A}^2$ – оценка дисперсии в момент остановки t_A . Под разностью рисков понимается разность между риском R_{t_A} , вычисленным в момент остановки t_A , и оценкой риска \bar{R}_{n_0} при оптимальном количестве наблюдений n_0 .

Рассмотрим полученные результаты.

Таблица 1 - Стандартное нормальное распределение: $\varepsilon^2 \sim N(0,1)$

β	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
$A=400, n_0 \cong 20$									
\hat{A}_{n_0}	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Разность рисков	9.06	11.02	13.58	16.29	19.57	24.12	28.99	35.62	41.94
$\hat{\beta}_{t_A}$	0.11	0.22	0.31	0.42	0.53	0.62	0.72	0.81	0.89
$\hat{\sigma}_{t_A}^2$	2.63	2.62	2.7	2.68	2.67	2.72	2.69	2.75	2.7
$A=1000, n_0 \cong 63.24$									
\hat{A}_{n_0}	63.24	63.24	63.24	63.24	63.24	63.24	63.24	63.24	63.24
Разность рисков	5.95	9.31	14.17	19.83	27.96	37.19	50.14	65.44	78.26
$\hat{\beta}_{t_A}$	0.12	0.23	0.33	0.44	0.52	0.59	0.74	0.82	0.91
$\hat{\sigma}_{t_A}^2$	2.34	2.34	2.39	2.38	2.43	2.42	2.37	2.34	2.4
$A=4000, n_0 \cong 63.24$									
\hat{A}_{n_0}	126.49	126.49	126.49	126.49	126.49	126.49	126.49	126.49	126.49
Разность рисков	-14.49	-9.79	-2.89	6.71	19.52	37.54	62.05	92.81	102.22
$\hat{\beta}_{t_A}$	0.11	0.22	0.32	0.43	0.53	0.64	0.74	0.84	0.92
$\hat{\sigma}_{t_A}^2$	1.73	1.75	1.75	1.74	1.74	1.76	1.79	1.79	1.77
$A=10\,000, n_0 \cong 100$									
\hat{A}_{n_0}	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Разность рисков	-40.2	-35.04	-27.11	-16.72	-2.63	16.79	44.93	79.24	89.46
$\hat{\beta}_{t_A}$	0.08	0.19	0.29	0.39	0.49	0.59	0.7	0.8	0.91
$\hat{\sigma}_{t_A}^2$	1.68	1.7	1.7	1.7	1.71	1.72	1.72	1.73	1.65

По данным, приведенным в таблице 1, построим график, описывающий разность рисков – см. рисунок 1.

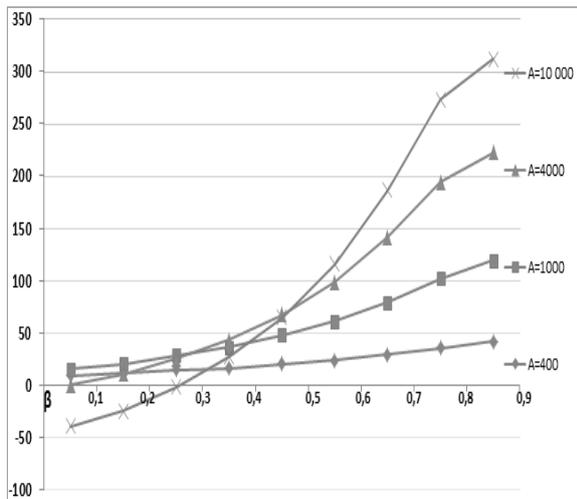


Рисунок 1 - Разность рисков для случая стандартного нормального распределения

Заметим, что разность рисков становится отрицательной при увеличении параметра A . При малых значениях параметра β и цены наблюдений $A = 10\,000$ разность рисков < 0 . При β , лежащих в интервале от $(0.3, 0.5)$, разности рисков примерно одинаковы для всех выбранных значений A , а при $\beta \geq 0.6$ разности положительны.

Следовательно, последовательный подход к оцениванию оказывается эффективным при малых значениях параметра, в то время как байесовский подход эффективен при больших значениях параметра.

Заключение

Численным моделированием продемонстрировано, что использование последовательного оценивания параметра β эффективно минимизирует риск функции потерь, что является подтверждением эффективности последовательного оценивания для параметров модели авторегрессии первого порядка. Последовательный метод оценивания позволяет получить оценки с гарантированным качеством в среднеквадратическом смысле за конечное время.

Список использованных источников

- 1 Sriram T. Sequential Estimation for Time Series Models / T.N.Sriram, R.Iaci // Sequential Analysis: Design Methods and Applications. – 2014. – V. 33. – P. 136-157.
- 2 Sriram T. Sequential Estimation of the autoregressive parameter in a first order autoregressive process / T.N.Sriram// Sequential Analysis: Design Methods and Applications. – 1988. – V. 7(1). – P. 53-74.
- 3 Sriram T. Sequential Estimation of the Mean of a First-Order Stationary Autoregressive Process / T.N.Sriram // The Annals of Statistics. – 1987. – V. 15. – P. 1079-1090.
- 4 Блекуэлл Д. Теория игр и статистических решений / Д. Блекуэлл; пер. с англ. И.В. Соловьева, под ред. Б.А. Севастьянова. – М.: Издательство иностранной литературы, 1958. – 380с

РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ СТРУКТУРИРОВАННЫХ РАСЧЕТНЫХ СЕТОК НА ОСНОВЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ИССЛЕДУЕМОГО ОБЪЕКТА

Голуб О. А., Хаустов П. А.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
oag7@tpu.ru

Введение

Конструирование и модернизация энергетических котлов, как правило, требует экспериментальных исследований сложного комплекса параметров горения и теплообмена. Кроме того, для оптимизации проектируемой конструкции требуется установить количественную зависимость теплофизических параметров топочной среды от конструктивных особенностей топочного устройства. Натурные многофакторные исследования такого рода являются очень дорогостоящими и трудозатратными. По этой причине в настоящее время при конструировании и модернизации котлов все чаще применяют компьютерную симуляцию топочных процессов с использованием инженерных расчетных программ. Изобилие физических моделей в выше перечисленных пакетах позволяет с хорошей сходимостью предсказывать ламинарные и турбулентные течения и другие явления на основе гибкого построения сеток [1].

Такие возможности значительно расширяют область применения, но в то же время усложняют пользовательский интерфейс, т.е. делают использование программного пакета более сложным в освоении и эксплуатации [2].

Одну из сложностей представляет получение сетки, разделяющей котел на составляющие, поддающиеся исследованию. Некоторые из ранее упомянутых расчетных программ не предоставляют возможности построить данную сетку, а проводят расчеты по уже имеющейся.

Для автоматизации процесса получения набора фрагментов возникла необходимость разработать программное обеспечение, принимающее на вход чертежи котла и информацию о его функциональных составляющих. На выходе такого программного обеспечения должно быть разбиение изображения на элементарные части.

Описание приложения

Для решения задачи разбиения изображения было разработано консольное приложение в среде Visual Studio на языке C++. Выбор языка был обусловлен его быстродействием и наличием библиотеки Standard Template Library, содержащей необходимые структуры данных. Был разработан эффективный алгоритм разбиения и определения составляющих, использующий эти структуры.

Приложение принимает на вход изображение котла, описанное в формате xml. Сгенерированная программой матрица сетки и сопутствующая ей

информация помещается в текстовый файл.

Параметры построения, такие как желаемые шаги сетки для котла и горелок, максимальное допустимое количество шагов сетки, обозначения различных частей разбиения и т.д., задаются в конфигурационном файле.

Была реализована защита разработанной системы. В частности, с помощью библиотеки pugiXML была проведена проверка входного xml-файла и файла конфигурации на соответствие требованиям. Была реализована проверка на соответствие котла требованиям. Также было введено ограничение на количество ячеек разбиения.

Работа приложения может осуществляться в двух режимах. В первом режиме генерируется только выходной файл сетки. Во втором режиме также осуществляется логгирование построения.

Файл, содержащий этапы построения, используется визуализатором. Эта программа написана в среде Visual Studio на языке C# и является приложением Windows Forms.

Визуализатор отображает одновременно обе проекции котла (рис. 1). Различные его части отображены с помощью различных цветов. Соотношение цветов и заданных числовых обозначений отображается в окне настроек визуализатора (рис. 2).

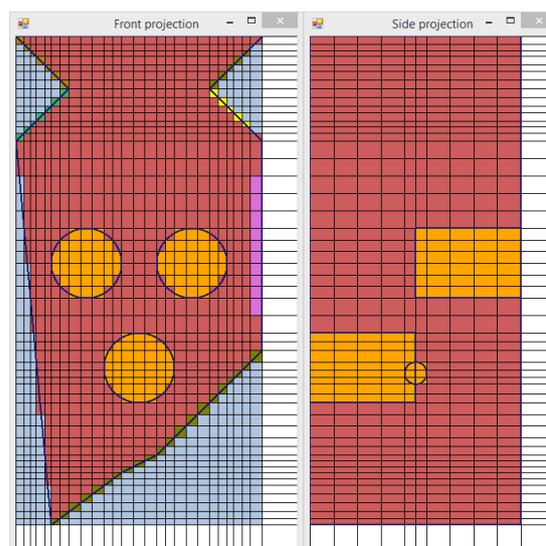


Рисунок 7 – Отображение визуализатором проекций котла

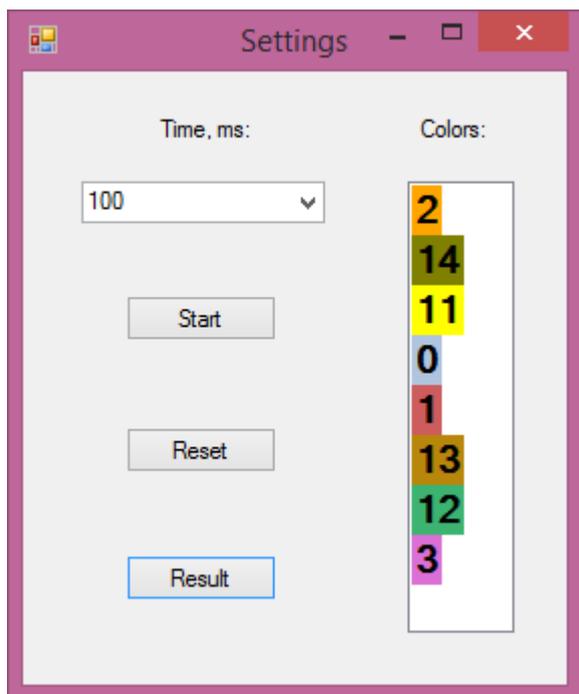


Рисунок 2 - Интерфейс визуализатора

В визуализаторе реализована возможность поэтапного отображения сетки. Эта возможность позволила разработчику осуществить проверку логики алгоритма программы. Запуская визуализатор в этом режиме, можно выбрать интервал времени между отображением действий построителя сетки. Присутствует возможность в любой момент пропустить детальное построение и показать результат.

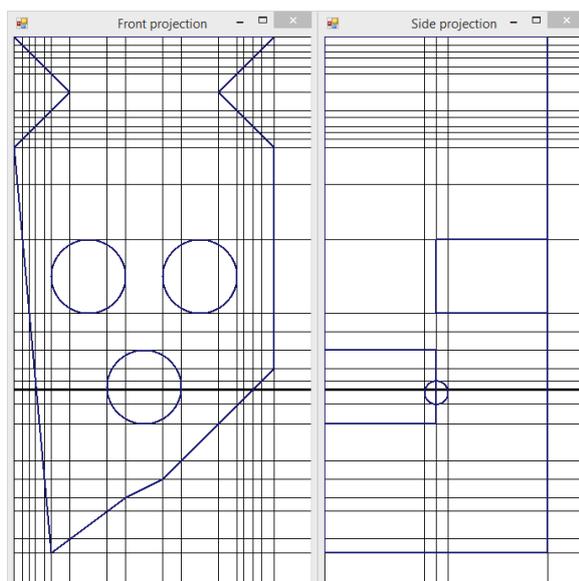


Рисунок 3 - Работа визуализатора в режиме поэтапного отображения построения

Быстродействие приложения

Было измерено время обработки выбранного чертежа при различном выходном количестве ячеек

(таблица 1). Использовался режим построения с логгированием. Согласно измерениям, время работы программы можно назвать линейно зависимым от количества ячеек.

Таблица 1. Показатели работы алгоритма при различной детализации разбиения

Количество линий разбиения	Количество ячеек сетки	Время работы построителя, мс
86	1813	31
179	7800	156
334	27048	446
946	210504	2742
1472	510367	6834
18366	81535248	1048100

Таким образом, при ограничении количества ячеек значением 10^8 , программа будет корректно работать за приемлемое пользователю время.

Заключение

Был придуман эффективный алгоритм решения поставленной задачи. Выполнена его реализация на языке C++. Также был написан визуализатор, позволяющий отображать результаты работы программы.

На сегодняшний день система используется в научных исследованиях кафедры парогенераторостроения и парогенераторных установок Томского политехнического университета.

Список использованных источников

1. Гиль А.В., Старченко А.В. Моделирование точной среды при переводе пылеугольных котлов с твердым шлакоудалением на непроктовое топливо: Автореф. дис. канд.тех.наук: ТПУ. – Томск, 2008. – 172 с.
2. Хаустов С.А. Разработка системы параметрического конструирования сетки модели котлов и котельного оборудования для упрощения работы с пакетом прикладных программ ANSYS // Теплофизические основы энергетических технологий: сборник научных трудов II Всероссийской научно-практической конференции, Томск, 6-8 Октября 2011. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011 - С. 255-261
3. Голуб О.А. Разработка алгоритма построения расчётной сетки на основе чертежей исследуемого объекта // Сборник научных трудов II Международной конференции «Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине», Томск, 19 - 22 мая 2015. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015 - С. 28-30

ВЫЯВЛЕНИЕ ВИТКОВЫХ ЗАМЫКАНИЙ В ОБМОТКАХ РОТОРА СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА

Казанцев А.В., Ромкин А.А.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
romkin_a@mail.ru

Введение

В связи с широким применением синхронных генераторов по всей стране, стало очень важно, чтобы работа агрегатов была безотказна. Так как при выходе одного агрегата из строя, нагрузка перебрасывается на остальные агрегаты, работающие на станции. В связи с большими габаритами и большой мощностью генераторов стоимость ремонта очень велика. Также велики потери от простоя агрегата. Поэтому остро стоит проблема выявления на ранних стадиях и предотвращения поломок этих электрических машин. Одной из распространенных неисправностей синхронного генератора (СГ) является витковое замыкание (ВЗ).

Принцип действия.

Статор 1 синхронной машины (рис. 1, а) выполнен так же, как и асинхронной: на нем расположена трехфазная (в общем случае многофазная) обмотка 3. Обмотку ротора 4, питаемую от источника постоянного тока, называют *обмоткой возбуждения*, так как она создает в машине магнитный поток возбуждения. Вращающуюся обмотку ротора соединяют с внешним источником постоянного тока посредством контактных колец и щеточного узла.

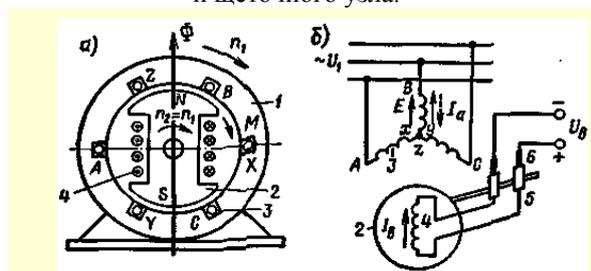


Рисунок 1 - Электромагнитная схема синхронной машины и схема ее включения контактных колец 5 и щеток 6 (рисунок 1, б).

В синхронной машине обмотку, в которой индуцируется ЭДС и проходит ток нагрузки, называют обмоткой якоря, а часть машины, на которой расположена обмотка возбуждения, — индуктором. Следовательно, в приведенной машине (рис. 1) статор является якорем, а ротор — индуктором. Для принципа действия и теории работы машины не имеет значения — вращается якорь или индуктор, поэтому в некоторых случаях применяют синхронные машины с обратной конструктивной схемой: обмотку якоря, к которой подключают нагрузку, располагают на роторе, а обмотку возбуждения, питаемую постоянным током, — на статоре. Такую машину называют

обращенной. Обращенные машины имеют сравнительно небольшую мощность, так как у них затруднен отбор мощности от обмотки ротора.

Синхронная машина может работать автономно в качестве генератора, питающего подключенную к ней нагрузку, или параллельно с сетью, к которой присоединены другие генераторы. При работе параллельно с сетью она может отдавать или потреблять электрическую энергию, т. е. работать генератором или двигателем. При подключении обмотки статора к сети с напряжением U и частотой f проходящий по обмотке ток создает, так же как в асинхронной машине, вращающееся магнитное поле. В результате взаимодействия этого поля с током I_b , проходящим по обмотке ротора, создается электромагнитный момент M , который при работе машины в двигательном режиме является вращающим, а при работе в генераторном режиме — тормозным. В рассматриваемой машине в отличие от асинхронной поток возбуждения (холостого хода) создается обмоткой постоянного тока, расположенной обычно на роторе. В установленном режиме ротор неподвижен относительно магнитного поля и вращается с частотой вращения $n_1 = n_2$ независимо от механической нагрузки на валу ротора или электрической нагрузки.

Возникновение витковых замыканий

Под действием центробежной силы, возникающей при вращении ротора, проводники обмотки ротора приходят в движение, в следствие чего, изоляция проводников истирается и происходит замыкание двух соседних проводников. Также замыкание может произойти из-за старения изоляции. Если замыкание выявить на ранней стадии, то ремонт можно произвести без демонтажа габаритного ротора методом впайки отдельных витков либо части обмотки. Если замыкание не выявлено на ранней стадии, это может потребовать дорогостоящего ремонта со снятием ротора машины.

Синхронный генератор представляет собой сложную электромеханическую систему, а возникновение такого повреждения как витковое замыкание в обмотке ротора у крупных СГ приводит к большому экономическому ущербу. В то же время вывить такое замыкание крайне сложно. Защиты от ВЗ в роторе пока еще не разработаны, а диагностируется такое повреждение в подавляющем большинстве случаев только во время капитального ремонта на полностью разобранный машине. Это связано с

тем, что в месте ВЗ отсутствует ток короткого замыкания в классическом его понимании. Нет электрической дуги и значительного изменения падения напряжения. Вследствие синхронной скорости вращения ротора ток в замкнутом витке возникает в виде кратковременных импульсов во время качаний ротора либо в переходных режимах работы. Крайне важно на основе информации со штатных измерительных средств выбрать диагностические параметры, значения которых однозначно связаны с техническим состоянием межвитковой изоляции.

Выявление виткового замыкания.

Для выявления виткового замыкания мы предлагаем провести анализ потоков рассеивания ротора, для этого в торцевой зоне генератора нужно расположить индуктивный датчик, в котором потоком рассеивания будет наводиться ЭДС. Путем сложных преобразований этой ЭДС, можно добиться конкретного сигнала о наличии или отсутствии ВЗ. Наша статья не будет посвящена устройству преобразующего ЭДС катушки. Мы задались вопросом построения картины поля рассеивания в торцевой зоне СГ. С целью выявить зоны более сильной напряженности. По предположению, именно в этих зонах и нужно располагать индуктивный датчик, о котором мы упоминали выше.

Метод исследования

Для построения поля была взята статическая модель вылета одной обмотки ротора. Учтены магнитные проводимости частей, окружающих вылет обмотки. На основе этого в программе Comsol Multiphysics была построена картина поля, изображенная на рис.2.

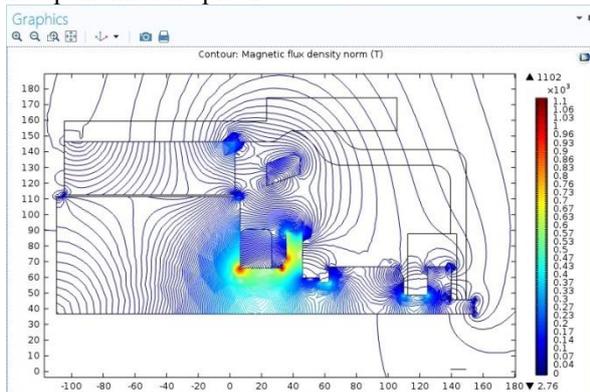


Рисунок 2 - Картина поля рассеивания синхронного генератора.

При ВЗ плотность тока в обмотке повышается, тем самым, усиливается поле рассеивания в торцевой зоне. Это повлияет на наводимое в катушке ЭДС.

Нами было смоделировано витковое замыкание ротора при помощи увеличения плотности тока в рассматриваемой обмотке.

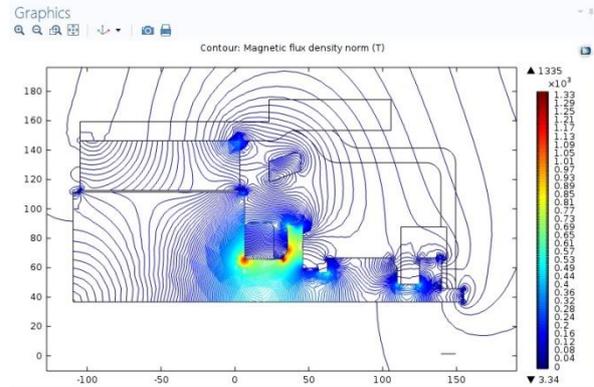


Рисунок 3 - Картина поля рассеивания СГ с витковым замыканием.

В результате сравнения двух картин поля видно, что картина поля изменяется и смещаются точки наибольшей напряженности.

Заключение

При помощи, созданной нами картины поля можно вычислить точки наиболее выгодного расположения катушки-датчика. В результате чего, витковое замыкание СГ можно выявить на его ранней стадии, тем самым избежать дорогостоящего ремонта, а также простоя всего турбоагрегата.

Список использованных источников

1. Полищук В.И. Построение защиты от виткового замыкания в обмотке ротора синхронного генератора на основе индукционного датчика магнитного поля рассеяния // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 321. – № 4. – С. 57–61.
2. Под общей редакцией И. П. Копылова и Б. К. Клокова. Справочник по электрическим машинам: В двух томах. Том 1. Москва, Издательство Энергоатомиздат, 1988
3. Красников Г.Е., Нагорнов О.В., Старостин Н.В. Учебное пособие - Москва: МИФИ, 2012.- 184 с.
4. Беляков Ю.С. Основы энергетики (конспект лекций): учебное пособие. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2011. - 80 с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ФЮЗЕЛЯЖА МОДИФИЦИРОВАННОГО САМОЛЁТА В ЗОНЕ ВЫРЕЗОВ

Шилимов К.Г., Камалиева Р.Н.

Научные руководители: профессор А.В. Болдырев, профессор В.А. Комаров
Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва
kshilimov@mail.ru

Введение

Создание самолёта – длительный, трудоёмкий процесс, центральное место в котором занимает проектирование, требующее огромного объёма различного рода исследований, вычислений, графических работ [1]. Внесение изменений в конструкцию самолётов, уже находящихся в эксплуатации, часто является рациональным решением, когда требуется спроектировать самолёт, удовлетворяющий определенным требованиям в условиях нехватки времени или ресурсов. В современных условиях создание конкурентоспособного самолёта невозможно без применения информационных технологий на всех этапах проектной деятельности [2].

Настоящая работа посвящена применению CALS – технологий при решении производственной задачи, заключающейся в разработке модификации грузопассажирского самолёта типа Ил-114. Модифицированная конструкция содержит дополнительные вырезы в нижнем отсеке фюзеляжа, предназначенные для монтажа специального оборудования.

В качестве исходного проекта принимается отсек фюзеляжа серийного самолёта. Основной задачей исследования является прочностное обеспечение модификации фюзеляжа самолёта. Требуется предложить вариант конструктивного усиления дополнительных вырезом в нижнем отсеке фюзеляжа.

Методика исследования

С целью решения поставленной задачи разработана методика проектирования усиления вырезом при модификации самолёта.

Суть методики в следующем. Изначально разрабатывается геометрическая поверхностная модель отсека фюзеляжа серийного самолёта по бумажным чертежам, предоставленным заказчиком. Далее на её основе создаётся последовательность конечно-элементных моделей (КЭМ). Задача решается в два этапа.

На первом этапе создаётся КЭМ №1 исходной конструкции, включающая в себя как нижнюю, так и верхнюю части отсека фюзеляжа. Рассматриваются расчётные случаи нагружения для носовой части фюзеляжа. Затем в модель вносятся изменения, отражающие вырезы, которые планируется выполнить на фюзеляже (КЭМ №2 – проектировочная модель). Проводится расчёт на те же нагрузки. По результатам анализа напряжённо-деформированного состояния (НДС) предлагаются

конструктивные решения подкрепления вырезом, которые вносятся в модель. Для обеспечения прочности и ресурса модифицированной конструкции уровень максимальных напряжений не должен превышать эталонных значений, полученных в КЭМ №1.

Второй этап исследований служит для проверки правильности принятых решений. Сначала создаётся подробная модель нижней части КЭМ №3 (эталонная модель) исследуемого отсека исходного фюзеляжа. Граничные условия используются из КЭМ №1. Затем создаётся подробная модель нижней части фюзеляжа в зоне планируемых вырезом КЭМ №4 (поверочная модель). Граничные условия используются из КЭМ №2. Требуется подтвердить, что максимальные значения эквивалентных напряжений, действующих в КЭМ №4, не превышают значений в эталонной модели №3.

Окончательные изменения, отражающие техническое решение усиления вырезом, вносятся в конструкторскую электронную модель, которая передаётся заказчику.

Содержанием данной работы является первый этап исследований.

Разработка КЭМ №1

Силами студенческого конструкторского бюро, базирующимся на кафедре конструкции и проектирования летательных аппаратов СГАУ, совместно с ООО «Авиакор – Самарский авиационный завод» разработана геометрическая модель отсека фюзеляжа. Для построения модели применен метод нисходящего проектирования, реализованный в САД системе NX.

В САЕ системе FEMAP with NX NASTRAN [3] на основе геометрической модели разработана КЭМ №1 отсека фюзеляжа исходной конструкции. Обшивка, стенки шпангоутов, балок моделировались конечными элементами типа *plate*. Стрингеры, пояса шпангоутов, балок моделировались конечными элементами типа *rod*. По контуру всех отверстий были смоделированы стержневые элементы малого сечения (индикаторные элементы) для определения концентрации напряжений на краях выреза. Общее количество конечных элементов в модели отсека фюзеляжа составило около 15 тысяч.

Рассмотрено пять основных расчётных случаев нагружения конструкции: нагружение максимальным избыточным давлением $P=0,086$ Н/мм²; нагружение отсека крутящим моментом

$M_x=70$ кН·м; нагрузка носовой стойки при разбеге; нагрузка при посадке с учётом динамического характера; нагрузка при симметричном манёвре и избыточном давлении $P=0,043$ Н/мм².

Проведен статический анализ конструкции отсека фюзеляжа методом конечных элементов. В процессе расчётов выявлен определяющий расчётный случай – нагрузка максимальным избыточным давлением. Максимальные эквивалентные напряжения по Мизесу (четвёртая теория прочности) в обшивке нижней панели отсека составили порядка 254 МПа в зоне багажного люка. Максимальные осевые напряжения в индикаторных элементах составили порядка: 257 МПа в зоне багажного люка; 193 МПа по контуру вырезов нижней панели.

Разработка КЭМ №2

Согласно техническому заданию в нижней части отсека фюзеляжа имеется пять дополнительных вырезов под специальное оборудование. Изменения, связанные с необходимостью дополнительных вырезов, внесены в построенную ранее геометрическую модель отсека. На её основе разработана КЭМ №2.

Проведен статический анализ модифицированной конструкции отсека фюзеляжа на те же нагрузки. Выявлен определяющий расчётный случай – нагрузка максимальным избыточным давлением.

По контуру дополнительных вырезов возникают концентраторы напряжений, которые необходимо снизить до приемлемых значений. Для принятия конструкторского решения по усилению новых вырезов сравнивались результаты анализа НДС исходной конструкции фюзеляжа и НДС конструкции фюзеляжа с новыми вырезами. Задача решена при помощи установки ряда накладок, продольных балок, сабли-шпангоута и диафрагм, обеспечивающих постепенное увеличение толщины и снижение значений напряжений. Техническое решение усиления вырезов учтено в КЭМ №2 (рисунок 1).

Максимальные эквивалентные напряжения по Мизесу в обшивке нижней панели отсека составили порядка 210 МПа в зоне дополнительных вырезов. Максимальные осевые напряжения в индикаторных элементах составили порядка 199 МПа по контуру дополнительных вырезов в нижней панели. Таким образом, максимальные напряжения в модернизированной конструкции

отсека фюзеляжа (КЭМ №2) не превышают напряжений в исходной конструкции (КЭМ №1).

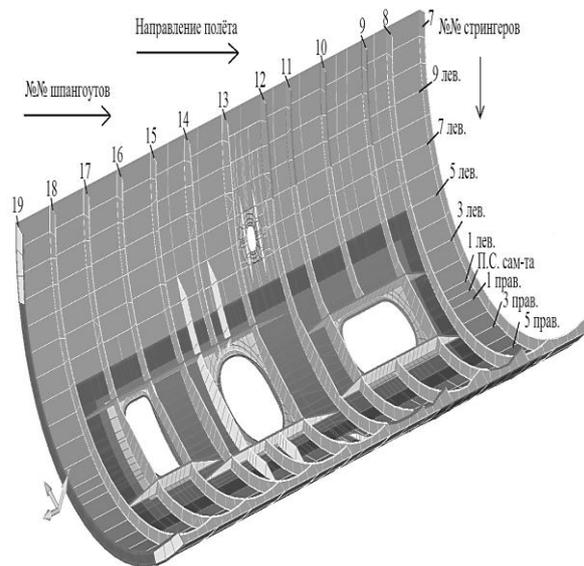


Рисунок 1. Фрагмент КЭМ №2 отсека фюзеляжа (балки пола условно не показаны)

Заключение

- Разработана геометрическая и конечно-элементные модели отсека фюзеляжа исходной и модифицированной конструкций.
- На основе анализа НДС конструкции предложено техническое решение усиления вырезов в фюзеляже модифицированного самолёта.
- Результаты работы использованы на предприятии ООО «Авиакор – Самарский авиационный завод».

Список использованных источников

1. Комаров В.А. Точное проектирование // Онтология проектирования. – 2012. – №. 3(5). – С.8-23.
2. Боргест Н.М., Громов А.А., Громов А.А. и др. Робот-проектант: фантазия и реальность // Онтология проектирования. – 2012. – №4. – С.73-95.
3. Рычков С.П. Моделирование конструкций в среде Femap with NX Nastran. – М.: ДМК Пресс, 2013. – 784 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА В ИСТОЧНИКЕ С ПЛАЗМЕННЫМ СЕТОЧНЫМ ЭМИТЕРОМ

Нгуен Бао Хынг

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
baohung.ng@gmail.com

Введение

Электронные источники [1, 2] с плазменным эмиттером на основе дугового разряда низкого давления с сеточной стабилизацией границы эмиссионной плазмы, разрабатываемые в институте сильноточной электроники СО РАН, позволяют формировать электронные пучки с заранее прогнозируемой структурой. Представляет интерес широкоапертурный электронный источник, в котором электронный пучок сформирован отдельными эмиссионными структурами, и вывод ускоренных электронов осуществляется в атмосферу через выпускное фольговое окно. Одними из важных вопросов являются повышение КПД такого электронного источника и высокая равномерность плотности тока по сечению пучка.

В настоящей работе теоретически исследуются характеристики разрядной и пучковой плазмы в электронном источнике на основе дугового разряда низкого давления с многоапертурным плазменным эмиттером. Проводится сравнение с экспериментом.

Результаты экспериментов и расчетов

Схема источника электронов, показана на рис. 1. На эмиссионную сетку уложена маска 2 из нержавеющей стали толщиной 200 мкм. Маска разделяет эмиссионную поверхность ячейки, которые являются отдельными эмиссионными структурами плазменного эмиттера. В опорной решетке 3 имеется такое же количество соосных отверстий, как и в маске эмиссионной структуры, но всегда большего диаметра. Сформированные в ускоряющем промежутке электронные пучки выводятся через фольгу 4 в атмосферу. Параметры электронного пучка: энергия электронов до 200 кэВ, ток пучка до 60 А, размеры эмиссионной сетки более 0,1 м². При ускоряющем напряжении $U_a = 200$ кВ, токе эмиссии $I_{em} = 16$ А, длительности импульса 40 мкс, частоте следования импульсов 50 Гц и средней мощности пучка в вакууме около 6400 Вт из ускоряющего промежутка в атмосферу было выведено около 4000 Вт средней мощности.

Распределение параметров плазмы в плазменном эмиттере исследовано численно с применением дрейфово-диффузионной модели, описывающей электронные плотности заряженных частиц (n_e) и их средние энергии (ϵ), как функцию времени и пространства [3]. Уравнения переноса электронов (e) и плотности энергии (ϵ) имеют вид:

$$\frac{\partial n_{e,\epsilon}}{\partial t} + \nabla \cdot \Gamma_{e,\epsilon} + E \cdot \Gamma_{e,\epsilon} = R_{e,\epsilon}, \quad (1)$$

$$\Gamma_{e,\epsilon} = -(\mu_{e,\epsilon} \cdot E) n_{e,\epsilon} - D_{e,\epsilon} \cdot \nabla n_{e,\epsilon}$$

Здесь $\Gamma_{e,\epsilon}$ – потоки электронов и энергии, $\mu_{e,\epsilon}$ – подвижности, E – электрическое поле, $D_{e,\epsilon}$ – коэффициенты диффузии, $R_{e,\epsilon}$ – скорость ионизации и энергетические потери/приобретения из-за неупругих столкновений. Транспортные коэффициенты (коэффициенты разряда), зависят от функции распределения электронов по энергии и вычисляются с помощью программы BOLSIG+. Рассматривалась 3-х мерная модель плазменного эмиттера для параметров и геометрии, соответствующих эксперименту (рис.1).



Рисунок 1 - Схема источника электронов с сеточным плазменным эмиттером: 1 – эмиссионная сетка, 2 – маска, 3 – опорная решетка выпускного фольгового окна, 4 – выпускная фольга, 5 – полый анод, 6 – корпус эмиттера

Расчетные зависимости концентрации разрядной плазмы n и потенциала плазмы ϕ относительно сетки 1 от сопротивления R получены с численной модели (1) и показаны на рис. 2. Конфигурация разрядной полости (рис. 1), увеличение сопротивления R , а также маска, расположенная на сетке, создают некоторый эффект электростатической ловушки. Численные расчеты (рис. 3) показали, что при увеличении относительной площади поверхности маски от 0 до 0,46 концентрация плазмы увеличивается на 35 %, при этом температура плазмы и ее потенциал меняются незначительно. В эксперименте при наличии маски с диаметром отверстий (8 – 12) мм, расположенной на эмиссионной сетке с размером ячейки (0,6×0,6) мм, на осциллограммах импульсов тока разряда и тока в ускоряющем промежутке прекратились все высокочастотные модуляции, а ускоряющее напряжение перестало влиять на форму и амплитуду импульса тока разряда.

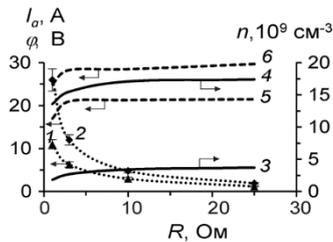


Рисунок 2 - Экспериментальные зависимости тока анода I_a (1, 2) и соответствующие им расчетные концентрации n (3, 4) и потенциала плазмы φ (5, 6); 1, 3, 5 – $I_d = 20$ А; 2, 4, 6 – $I_d = 100$ А

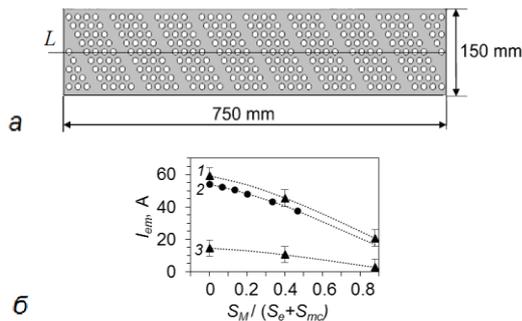


Рисунок 3 - Геометрия маски (а) и зависимость тока в ускоряющем промежутке (б) от относительной площади маски; 1, 3 – эксперимент, 2 – расчет, 1 – $I_d = 100$ А, 2 – 90А, 3 – 20А

Численные оценки концентрации плазмы n_i , можно получить для равновесного состояния из уравнения баланса между скоростью \mathcal{V} ионизации электронами тока разряда I_p и скоростью потерь заряженных частиц [4, 5]. В разрядной камере объемом V концентрация равна

$$n_{ic} = \frac{I_p}{eV} T_{ic}. \quad (2)$$

и в ускоряющем промежутке:

$$n_{id} = \frac{(1+g)j_{em} + j_{\sigma}}{e} T_i n_a \sigma_{ie}, \quad (3)$$

где n_a – концентрация газа, σ_{ie} – сечение ионизации, j_{σ} – плотность тока вторичных электронов, σ_{ei} – сечение ионизации, g – коэффициент отражения электронов от фольги, T_{ic} – время выхода ионов из пространства взаимодействия. При $I_p = 90$ А и давлении рабочего газа $p = 0,03$ Па, $I_{em} = 54$ А плотность плазмы в разрядной камере (формула (2)) $n_{ic} = 1,2 \times 10^{10}$ см⁻³, плотность плазмы в ускоряющем промежутке (формула (3)) $n_{id} = 3 \times 10^7$ см⁻³, плотность электронного пучка у поверхности фольги $n_{id} = 0,5 \times 10^6$ см⁻³. Пространственное распределение концентрации плазмы с применением численной модели (1) показаны на рис. 4 и рис. 5. На рис. 5 показаны изменение концентрации плазмы на линии L в течение импульса тока пучка (рис. 3а). Распределение концентрации плазмы имеет неоднородное распределение в разрядной области и в ускоряющем промежутке (рис. 4).

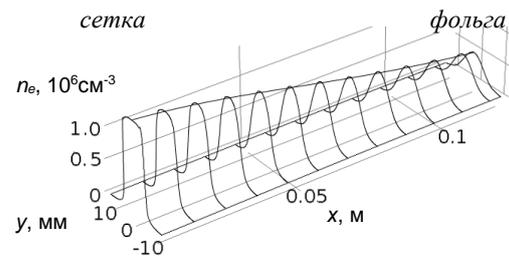


Рисунок 4 - Расчетное распределение концентрации плазмы в поперечном сечении для элементарного пучка в ускоряющем промежутке

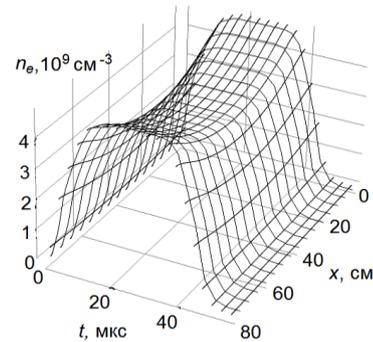


Рис. 5 Временные зависимости концентрации плазмы на линии L

Экспериментальная часть работы выполнена за счет гранта Российского научного фонда (проект №14-29-00091).

Заключение

Проведенные численные исследования показывают, что характеристики разрядной плазмы (концентрация, температура и потенциал плазмы) зависят от сопротивления в цепи полого анода и площади поверхности маски, что в свою очередь влияет на коэффициент извлечения электронов. Устранить неоднородность плотности тока эмиссии можно изменением распределения плотности отверстий на маске.

Список использованных источников

1. Крейнделъ Ю. Е. Плазменные источники электронов. М.: Атомиздат, 1977. -145с.
2. Эмиссионная электроника / Н.Н. Коваль, Е.М. Окс, Ю.С. Протасов, Н.Н. Семашко; под ред. Ю.С. Протасова. - М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. - 596 с.
3. Hagelaar G. J. M., Pitchford L. C. Solving the Boltzmann equation to obtain electron transport coefficients and rate coefficients for fluid models // Plasma Sources Sci. Technol. 2005. Vol. 14. P. 722–733.
4. Korolev Yu. D. and Klaus Frank. Discharge Formation Processes and Glow-to-Arc Transition in Pseudospark Switch // IEEE Trans. Plasma Sci. 1999. Vol. 27. №. 5. P. 1525.
5. Koval Tamara V., Lopatin Ilya V., Nguyen Bao Hung and Ogorodnikov Alexander S. Advanced Materials Research, 1084(2015) 196–199.

ПРОФАЙЛИНГ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ СЕТИ ИНТЕРНЕТ. АЛГОРИТМЫ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПРОФАЙЛИНГА

Забродин И.Е.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
zabr.din@gmail.com

Введение

Профайлинг веб-пользователей – это объединение их в группы на основании полученной информации об их поведении. Актуальность данной темы обусловлена тем, что с развитием технологий становится возможным собирать все большие объемы информации о пользовательской активности, но использовать ее без предварительной кластеризации практически бесполезно. Решение задач профайлинга представляет интерес для владельцев коммерческих интернет ресурсов, так как позволяет составить портрет потенциальных клиентов и вести продажи эффективнее, сопоставить информацию о том, кого удалось привлечь на свою веб-страницу, и на кого она действительно ориентирована. Кроме того, разделённая на группы аудитория представляет большой интерес для специалистов по контекстной рекламе, поскольку позволяет организовывать более точный таргетинг. Технология поисковой рекламы или рекламы на тематических ресурсах по сравнению с рекламой на основе профайлинга, не дает четкого понимания о социальном и демографическом положении пользователя (например, о поле и возрасте) и, следовательно, не может быть использована в рекламной кампании с необходимостью таргетинга по возрасту, полу, увлечениям, привычкам. Долгосрочная задача профайлинга гораздо шире, чем построение предположений, основывающихся на прошлом поведении пользователя в Интернет, она состоит в использовании прогнозирующей модели. Теоретически, если возможно проанализировать достаточное количество статистической информации о поведении пользователей в Интернет, то возможно прогнозировать не только где они были, но и куда, скорее всего, они направятся [1].

Источники данных

Источниками данных для кластеризации может служить как прямое предоставление пользователем информации о себе (заполнение анкет, регистрационных форм), так и самостоятельный сбор данных на стороне сервера. В первом случае информации удастся собрать гораздо меньше, а также невозможно точно определить ее как достоверную. При самостоятельном сборе данных удастся собрать гораздо больше информации как о посетителе в целом, так и о его поведении в рамках конкретной сессии. Это возможно благодаря записям серверных логов, использованию cookies файлов, внедрению в код веб-страницы

отслеживающих java-скриптов. Основываясь на данных принципах, для использования в частных проектах были созданы современные комплексные программные продукты, такие как Google Analytics и Яндекс Директ. Кроме того, сбор информации для профайлинга проводится глобально поисковыми и рекламными компаниями с помощью роботов-мониторов [2].

Параметры, характеризующие посетителя

Современные технологии позволяют собрать множество исходных данных о пользователе, таких как время входа и выхода со страницы, ссылку-реферер, IP-адрес, браузер, траектория движения курсора и многие другие. Анализируя эти параметры, можно получить множество данных для дальнейшей классификации. Например, самые простые расчеты позволят нам вычислить время, проведенное пользователем на странице. Сложные вычисления доходят до того, что мы можем с большой долей вероятности утверждать, мужчина или женщина посетил веб-страницу. Нет смысла использовать сразу все данные, и в разных системах классификации мы получим разный набор параметров, характеризующих посетителя. Но есть ряд самых важных и часто используемых параметров, а именно [3]:

- Географическое положение пользователя
- URL-реферер
- Средняя длительность сеанса
- Глубина сеанса
- Используемое устройство и браузер
- Страницы входа и выхода
- Пол и возраст

Основные методы кластеризации

На сегодняшний день наиболее распространенными являются следующие подходы к профайлингу пользователей:

- Разведывательный анализ данных
- Эволюционное моделирование
- Нейронные сети
- Ассоциативные правила

Разведывательный анализ данных часто используется как методика предварительной обработки и подготовки записей к более глубокому анализу. Этот вид статического анализа позволяет уменьшить размерность данных, проверить взаимосвязи между переменными, выявить наиболее ценные с точки зрения кластеризации подмножества исходных данных. Результаты анализа отображаются в виде простых графиков и

таблиц для последующего анализа с использованием более сложных методов.

Эволюционное моделирование основано на существовании пары «ситуация – принятое решение» для каждого конкретного случая отнесения пользователей в ту или иную категорию. Данный метод позволяет группировать пользователей довольно точно на более поздних этапах исследования, но при этом требует больших трудозатрат на первом этапе. Зачастую это ручное вмешательство экспертов-аналитиков и создание экспертных систем на основании их работы.

Нейронные сети – мощный инструмент анализа, так же требующий тонкой настройки на первом этапе. Кроме того, требуется большой аналитический опыт для интерпретации данных. Так же, в результате работы нейронной сети могут появиться статистически правильные, но бессмысленные семантически данные.

Использование ассоциативных правил – достаточно простой и распространенный инструмент, основанный на принципах нечеткой логики [4].

Нечеткая логика при решении задач кластеризации

Нечеткая логика – математический аппарат, позволяющий относить объекты к тому или иному множеству с определенной долей вероятности. Характеристикой нечеткого множества выступает функция принадлежности (Membership Function). Обозначим через $MF_C(x)$, где C – нечеткое множество, X – значение конкретного параметра. Тогда нечетким множеством C называется множество упорядоченных пар вида $C = \{MF_C(x)/x\}$, $MF_C(x) \in [0,1]$. Значение $MF_C(x) = 0$ означает отсутствие принадлежности к множеству, 1 – полную принадлежность.

Проиллюстрируем данный подход на примере понятия «длительное посещение Веб-страницы». В качестве области значений X в данном случае будет выступать время посещения в секундах от 0 до 100 и более. Нечеткое множество может выглядеть следующим образом:

$C = \{0/0; 0,15/20; 0,60/40; 0,70/60; 0,80/80; 0,90/100; 1/100+\}$.

Таким образом, посещение страницы, продлившееся 60 секунд, принадлежит к множеству «длительное» с вероятностью 80%. В одной ситуации мы можем говорить о том, что пользователь провел на странице достаточно времени для достижения какой-либо цели. В другом – не достаточно. Именно в этом и проявляется нечеткость задания множества [5].

Суть использования данного инструмента в рамках методики ассоциативных правил состоит в том, что на основании начального набора строгих записей и заранее спроектированной базы ассоциативных правил формируется нечеткий логический вывод, показывающий, с какой долей

вероятности можно считать пользователя отнесенным к той или иной категории. Для конечного представления данных пользователю аналитической системы часто выносятся определенное решение, являющееся склонением нечеткого вывода в сторону большей вероятности.

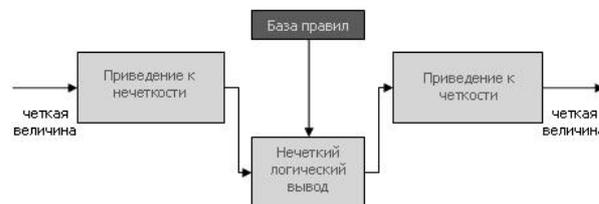


Рис.1. Схема построения нечеткого логического вывода.

Приведем пример использования методики. Краткосрочным посещением принято считать просмотр страницы менее 20 секунд. Предположим, время просмотра страницы Index.html в конкретном случае равно 15 секундам. Значит, это краткосрочное посещение. Если пользователь совершает краткосрочное посещение и страница его визита – главная, то с вероятностью 89% процентов можно отнести его посещение к «отказу» (незаинтересованность в дальнейшем просмотре Веб-ресурса) и считать, что он не вернется на сайт, и с вероятностью 11% утверждать о других факторах, приведших к такому поведению. В рамках данной системы пользователь был отнесен к группе случайных посетителей, не приносящих доход.

Заключение

Таким образом, разработка методов кластеризации с использованием нечеткой логики является перспективным направлением в веб-профайлинге. Настройка таких методов производится проще, чем у аналогов на рынке, а качество им не уступает.

Литература

1. Гребенщиков С. А., Силич В. А., Комагоров В. П., Фофанов О. Б., Савельев А. О. Технология разработки информационной системы поддержки принятия решений для управления проектными работами при обустройстве месторождений // Научно-технический вестник ОАО «НК Роснефть». - 2012. - Вып. 29 - №. 4. - С. 38-42
2. Ganti V., Gerhke J., Ramakrishnan R. CACTUS Clustering Categorical Data Using Summaries. In Proc KDD'99. - 1999.
3. Kaushik A. Web Analytics: An Hour a Day. - Sybex - 2007.
4. Clifton B. Advanced Web Metrics with Google Analytics. - Wiley Publishing, Inc. - 2008.
5. Fasel D., Zumstein D. A Fuzzy Data Warehouse Approach for Web Analytics // Visioning and Engineering the Knowledge Society. A Web Science Perspective. - 2009. – С. 276-285

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕНЕРАЦИИ ПЛАЗМЫ В ИСТОЧНИКЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ПУЧКОВ С ПРОДОЛЬНОМ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ

Нгуен Бао Хынг

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
baohung.ng@gmail.com

Введение

Стабильная генерация эмиссионной плазмы и получение электронного пучка с высокой плотностью тока ($j_b = (1-10) \text{ A/cm}^2$) в плазменных источниках получена при сеточной стабилизации границы эмиссионной плазмы [1-3]. В этих источниках эмиссия электронов из плазмы осуществляется с частично открытой плазменной поверхностью в центральной части ячеек сетки и через потенциальный барьер по их краям. Эмиссия электронов из плазмы может не только изменять ее потенциал, но и влиять на другие параметры плазмы.

В данной работе исследуется влияние положительной обратной связи между разрядной областью и плазменным анодом на генерацию плазмы и электронного пучка. Исследуется зависимость потенциала плазмы и напряжения между катодным и эмиссионным электродом от тока разряда и давления газа. Рассматривается режим извлечения электронного пучка из плазменного катода, при котором в эксперименте наблюдается существенное увеличение амплитуды эмиссионного пучка и тока разряда, по сравнению с режимом, когда из плазменного катода не осуществляется извлечение электронов.

Плазменный источник электронов

Упрощенная схема источника показана на рис. 1. Разрядная система плазменного катода частично погружена в расходящееся магнитное поле соленоида 7, в районе эмиссионной сетки $B_g = 25 \div 35 \text{ мТл}$. Электронный пучок извлекается через эмиссионное окно диаметром 60 мм, перекрытое сеткой из нержавеющей стали с размером ячеек (0.3×0.3) мм, и транспортируется в трубе дрейфа 4 (диаметром 80 мм) до коллектора 5, установленного на расстоянии 250 мм от сеточного электрода 3, диаметр анода 2 составлял 80 мм, а длина 70 мм. В данном источнике электронов существенную роль играет взаимосвязь между процессами, происходящими в плазменном аноде, образующемся в пространстве дрейфа пучка при ионизации им рабочего газа, и плазменном катоде, связанными с развитием вторичной ионно-электронной эмиссии с поверхности сеточного электрода 3 [4-6]. Измеренное при $p = 0.07 \text{ Па}$ напряжение на разрядном промежутке U_d изменялось в диапазоне (20-70) В при изменении тока разряда I_d от 80 А до 280 А. На рис. 4 показаны зависимости напряжения U_d от давления рабочего газа (в плазменном аноде) для режимов без эмиссии электронов (кривые 3 и 4) и в режиме с

эмиссией электронов (кривые 1 и 2) при двух значениях тока разряда 150 и 250 А.

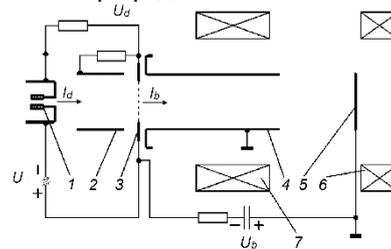


Рисунок 1 - Схема электродов электронного источника с плазменным катодом: 1 – катод, 2 – анод, 3 – эмиссионный сеточный электрод, 4 – труба дрейфа, 5 – коллектор, 6, 7 – соленоиды.

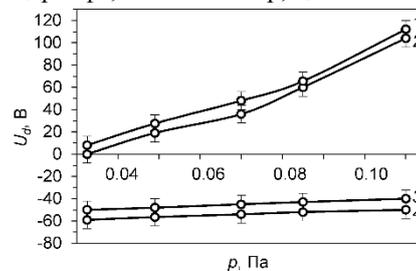


Рисунок 2 - Экспериментальные зависимости напряжения U_d от давления p (в районе эмиссионной сетки): $U_b = 10 \text{ кВ}$ (1,2); $U_b = 0$ (3,4); $I_d = 250 \text{ А}$ (1,4); $I_d = 150 \text{ А}$ (2,3); $B_g = 25 \text{ мТл}$

Численные результаты

Исследование характеристик разрядной плазмы в электронной системе плазменного катода проводилось с применением численной дрейфово-диффузионной модели. На рис. 3 в режиме без эмиссии электронов показано распределение плотности плазмы в неоднородном магнитном поле при давлении газа 0,1 Па (аргон) в разрядной области, магнитное поле у края сетки 25 мТл. Как видно из рисунка, распределение концентрации плазмы неоднородное, что определяет и радиальную неоднородность распределения плотности тока генерируемого электронного пучка.

На рис. 4 показаны зависимости концентрации n_e и потенциала ϕ плазмы от давления газа в центральной области эмиссионной сетки при двух значениях тока разряда 150 и 250 А. Температура плазмы T_e при токе 150 А уменьшалась от 18 до 10 эВ при увеличении давления от 0,05 Па до 0,2 Па. В расчетах учитывалось, что давление в плазменном катоде в 1,5 – 2 раза выше, чем за эмиссионной сеткой плазменного катода в области транспортировки электронного пучка.

Напряжение между катодным и сеточным электродами 1 и 3 (рис.1) в режиме эмиссии электронов: $U_d = -|U_d| + U_f + \varphi$, где U_f - потенциал ускоряющего поля между торцом трубы дрейфа и эмиссионным электродом (рис. 1). На рис. 5 показана расчетная зависимость напряжения U_d от давления газа (аргон) в режиме без эмиссии электронов (3, 4) и в режиме с эмиссией (1, 2). В режиме без эмиссии электронов при вычислении кривых 3 и 4 использовались расчетные концентрация и температура плазмы (рис. 4).

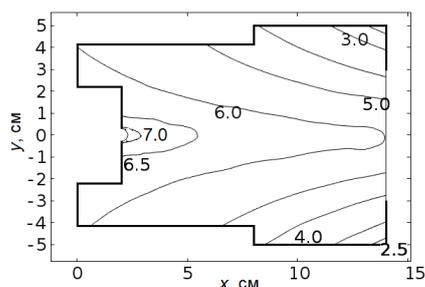


Рисунок 3 - Распределение плотности разрядной плазмы в электродной системе (10^{11}см^{-3}) плазменного катода.

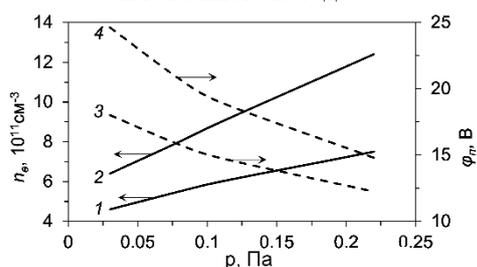


Рисунок 4 - Зависимости концентрации n_e (1,2) и потенциала φ (3,4) разрядной плазмы от давления газа (аргон). 1, 3 – $I_d = 150 \text{ A}$; 2, 4 – $I_d = 250 \text{ A}$

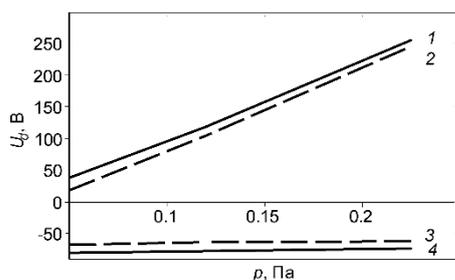


Рисунок 5 - Расчетные зависимости напряжения U_d от давления p (в районе эмиссионной сетки); 1,2 – $U_b = 10 \text{ кВ}$, 3,4 – $U_b = 0$, 1,4 – $I_d = 250 \text{ A}$, 2,3 – $I_d = 150 \text{ A}$.

Зависимости напряжения U_d для режима с эмиссией электронов (кривые 1 и 2 на рис. 5) получены по формуле (4). Смена полярности напряжения U_d в этом режиме (рис. 2 и рис. 5) обусловлена влиянием ускоряющего поля на формирование слоя положительного заряда в области эмиссионных отверстий. Относительно сильная зависимость U_d от давления обусловлена зависимостью потенциала плазмы φ от

концентрации плазмы, которая увеличивается практически линейно с ростом давления газа.

При увеличении тока разряда I_d с 150 до 250 А напряжение U_d растет практически на постоянную величину во всем рассматриваемом диапазоне давлений (рис. 2 и рис. 5). Из этого следует, что при увеличении I_d изменение тока эмиссии происходит в основном за счет быстрых электронов, которые замыкаются через ячейки сетки в ускоряющий промежуток.

Заключение

Экспериментальные и расчетные зависимости показать качественное согласие, смена полярности напряжения U_d в режиме эмиссии электронов связана с влиянием ускоряющего поля на формирование слоя положительного заряда в области эмиссионных отверстий. Напряжение U_d имеет сильную зависимость от давления газа, следовательно, и от концентрации разрядной плазмы. Амплитуда и форма импульса тока пучка и тока разряда определяются процессами в плазменном аноде, связанными со скоростью объемной ионизации газа электронным пучком и ионно-электронной эмиссией на эмиссионном электроде. Положительная обратная связь может обеспечить одновременный рост разрядного и эмиссионного токов.

Экспериментальная часть работы выполнена за счет гранта Российского научного фонда (проект №14-29-00091).

Список использованных источников

1. Крейнделъ Ю. Е. Плазменные источники электронов. М.: Атомиздат, 1977. -145с.
2. Жаринов А. В, Коваленко Ю. А., Роганов И. С., Тюрюканов П. М. Плазменный эмиттер электронов с сеточной стабилизацией. I. // ЖТФ, 1986, Т.56, В.1, с.66.
3. Коваль Н.Н., Крейнделъ Ю.Е., Щанин П.М. Генерирование импульсных электронных пучков с равномерным распределением высокой плотности тока в системах с плазменным сетчатым эмиттером // ЖТФ. 1983. Т. 53. Вып. 9. С. 1846–1848.
4. Devyatkov V.N., Koval N.N. 2014 Effect of electron extraction from a grid plasma cathode on the generation of emission plasma // Journal of Physics: Conference Series 552 0102014.
5. Koval N N, Grigoryev S V, Devyatkov V N, Teresov A D, Schanin P M 2009 Effect of Intensified Emission During the Generation of a Submillisecond Low-Energy Electron Beam in a Plasma-Cathode Diode // IEEE Transactions on Plasma Science V. 37. P. 1890
6. Devyatkov V N, Koval N N and Schanin P M 2001 Generation of high-current low-energy electron beams in systems with plasma emitters // J Russian Physics Journal V.44 No.9 P.937

ВЫБОР МЕТРИКИ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ТОМОГРАФИЧЕСКОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ

Булдыгин Р.А.

Научный руководитель: Цапко С.Г.

Томский Политехнический Университет, Институт кибернетики
buldo@tpu.ru

Введение

Томография позволяет получать информацию о внутренней структуре объектов без нарушения их целостности. Существуют различные виды томографии, основанные на различных физических принципах и применяемых в различных областях – неразрушающем контроле, биологии, археологии, медицине и пр. В данной работе рассматриваются вопросы, связанные с рентгеновской компьютерной томографией с параллельной геометрией пучка.

Получаемые в процессе сканирования образца данные не подходят для исследования внутренней структуры. Сначала необходимо произвести реконструкцию объекта. При использовании параллельной геометрии пучка происходит реконструкция срезов. Все срезы восстанавливаются независимо друг от друга.

Существуют различные методы томографической реконструкции. Их можно разделить на несколько классов. Самые значимые из них – аналитические и итерационные. Первые промышленные томографические установки использовали итерационные методы реконструкции, моделирующие процесс прохождения рентгеновских лучей через исследуемых объект. Однако с ростом разрешающей способности томографических установок стало не хватать вычислительной мощности компьютеров того времени, что привело к созданию аналитических методов реконструкции на основе преобразования Радона и теоремы о центральном сечении. Аналитические методы не требовательны к ресурсам и на данный момент являются наиболее используемыми. Однако они крайне чувствительны к полноте исходных данных и их качеству. В последнее десятилетие благодаря развитию компьютерной техники в общем и вычислениям общего назначения на графических картах в частности стало возможно применять итерационные методы на практике. Это в свою очередь привело к активному развитию данных методов.

В процессе прототипирования и сравнения результатов работы различных итерационных методов реконструкции возникла проблема выбора метрик для оценки качества восстановленных срезов. Изначально используемая метрика пиковое отношение сигнала к шуму – PSNR была признана неприменимой, из-за несоответствия оценке эксперта. Поэтому было принято решение о необходимости поиска метрик, результаты работы

которых соответствовали бы экспертной оценке. Подобная проблема уже вставала перед разработчиками алгоритмов сжатия изображений. Ими были разработаны различные метрики, учитывающие, в отличие от PSNR, MSE и пр., особенности восприятия визуальной информации человеком.

Для оценки применимости в области томографической реконструкции были отобраны следующие метрики: индекс структурного сходства(SSIM), комплексный-вейвлет индекс структурного сходства(CW-SSIM), индекс точности визуальной информации(VIF).

SSIM

Одна из первых метрик, построенных на сравнение разницы в структурной информации образца и исследуемого изображений. В данной метрике происходит отдельное сравнение яркости, контрастности и структурной информации двух изображений.

CW-SSIM

Метрика, основанная на SSIM. Однако для оценки структурных различий используется вейвлет преобразование.

VIF

Данная метрика определяется как отношение информации, содержащейся в исходном изображении к информации в восстановленном изображении.

Методология тестирования

Для оценки точности работы метрик была проведена томографическая реконструкция фантома Forbild Head Phantom с помощью различных методов реконструкции: filtered back projection(FBP); simultaneous iterative reconstruction technique(SIRT); метод сопряжённых градиентов с минимизацией вариации функции (CGTV); два варианта метода Split-Bregman – с регуляризацией в домене вейвлетов(SBWW) и с одновременной регуляризацией в домене вейвлетов и минимизацией вариации функции(SBTWW). При этом для каждого метода реконструкция проводилась на 1134, 567, 284, 142, 71, 36 проекциях. Качество восстановления ожидаемо снижалось при уменьшении числа проекций. После этого было проведена оценка качества всех реконструкций всеми вышеперечисленными метриками, а также с помощью метрики PSNR.

Результаты сравнения

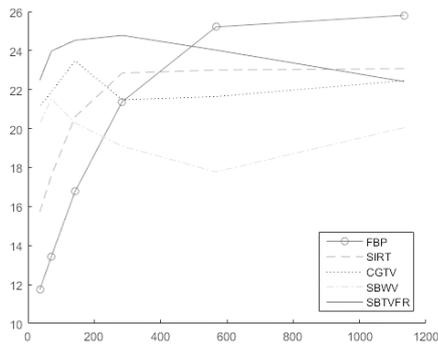


Рисунок 2 - PSNR

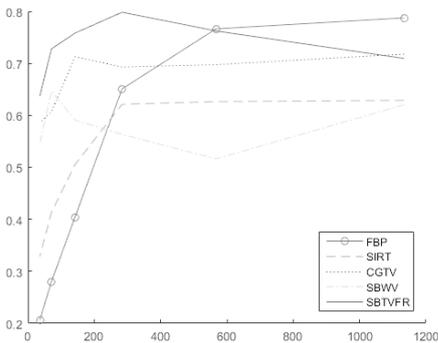


Рисунок 3 - VIF

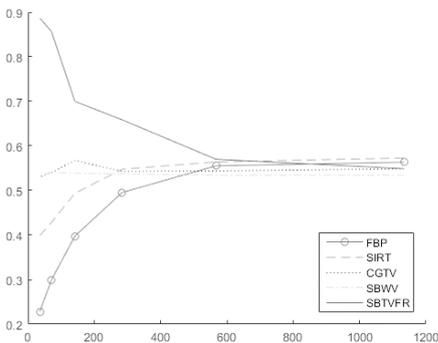


Рисунок 4 - SSIM

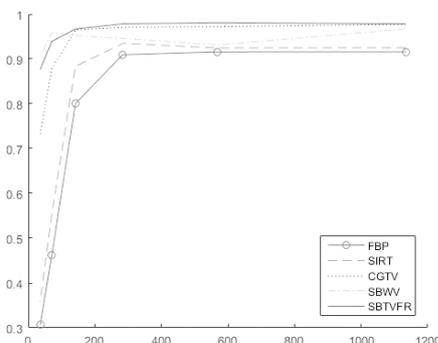


Рисунок 5 - CW-SSIM

По экспертной оценке, качество работы метода FBP уступает итерационным методом на любом числе проекций. Однако метрики PSNR и VIF (Рисунки 1 и 2), показывают превосходство FBP при большом числе проекций. Поэтому метрики PSNR и VIF нельзя считать достоверными. Метрика SSIM показывает аномальные значения при оценке работы метода SBTVWV. При действительном ухудшении качества значение метрики возрастает. Результаты метрики CW-SSIM соответствуют экспертной оценке.

Выводы

Для оценки качества томографической реконструкции выбран индекс CW-SSIM, как наиболее точно совпадающий с оценкой эксперта.

Список использованных источников:

1. Hamid R. Sheikh and Alan C. Bovik A Visual Information Fidelity measure for image quality assessment [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://live.ece.utexas.edu/research/quality/VIF.htm>. – 29.10.2015
2. Xiaoli Yang, Ralf Hofmann, Robin Dapp, Thomas van de Kamp, Tomy dos Santos Rolo, Xianghui Xiao, Julian Moosmann, Jubin Kashef, Rainer Stotzka TV-based conjugate gradient method and discrete L-curve for few-view CT reconstruction of X-ray in vivo data // Optics Express. – 2015. Т. 23. – С. 5368-5387.
3. Zhou Wang, Alan C. Bovik, Hamid R. Sheikh and Eero P. Simoncelli Image Quality Assessment: From Error Visibility to Structural Similarity // IEEE Transactions on Image Processing. – 2004. Т. 13. – № 4. С. 600–612.
4. Emil Y Sidky and Xiaochuan Pan Image reconstruction in circular cone-beam computed tomography by constrained, totalvariation minimization // Phys. Med. Biol. – 2008. – №53. – С. 4777–4807.
5. Tom Goldstein, Stanley Osher The Split Bregman Method for L1-Regularized Problems // SIAM J. Imaging Sciences. – 2009. Т. 2. – № 2. – С. 323-343.
6. The Bregman Cookbook [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www-rohan.sdsu.edu/~jegilles/BregmanCookbook.html>. – 15.05.2015
7. Mehul P. Sampat, Zhou Wang, Shalini Gupta, Alan Conrad Bovik and Mia K. Markey Complex Wavelet Structural Similarity: A New Image Similarity Index IEEE Transactions on Image Processing. – 2009. Т. 18. – № 11. С. 2385–2401.

СЕГМЕНТАЦИЯ ЯДЕР КЛЕТКИ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ГРАНИЦ ВХОДНОГО ПОРОГОВОГО СИГНАЛА

И. В. Цапко, А. В. Шишло

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
dream.walker@bk.ru

Введение

Сегментация - это разбиение изображения на непохожие по некоторому признаку области, основываясь на том, что область аналогична действительному визуальному объекту или же части этого объекта, а контур такой же как и контур объекта [1]. Сегментация находит выгодное применение в таких областях человеческой деятельности, как: дактилоскопическая экспертиза (поиск по сегменту отпечатков), видеонаблюдение, фотосъемка и т.д.

Методы сегментации изображений

Существует достаточно много методов, решающих проблему сегментации. Рассмотрим некоторые из них [2].

Определение порога на основе градиента яркости изображений.

Изображение можно разделить на два класса: объект, фон; (а - определяется градиент яркости по модулю для каждого из пикселей, б - вычисляется порог) [3].

Метод водораздела.

Основывается на областях математической морфологии. Следует заметить, что линии водораздела – это границы, разделяющие участки изображений. Основной проблемой данного метода является чрезмерная сегментация [4].

Метод кластеризации многомерной гистограммы

Состоит из некоторого количества этапов. Во-первых, строится многомерная гистограмма значений яркости изображения с последующим размытием при помощи Гауссовского фильтра необходимого радиуса с поиском локальных максимумов. Найденные локальные максимумы определяют количество исходных кластеров и их инициализацию. Вторым этапом, исходное изображение кластеризуется методом k-средних, с последующим формированием связанных областей: пиксели по соседству, попавшие в один кластер, принадлежат одному сегменту. Третьим этапом на результирующем визуальном объекте отсеиваются сегменты меньше минимального разрешенного допустимого размера, а соответствующие им пиксели добавляются к наиболее близким по яркости соседним сегментам [5].

Метод гармонической сегментации

Алгоритм достаточно прост в использовании, полученные результаты удовлетворяют требованиям. В качестве примера приведен результат работы дешифрирования изображения с использованием гармонической сегментации [6].

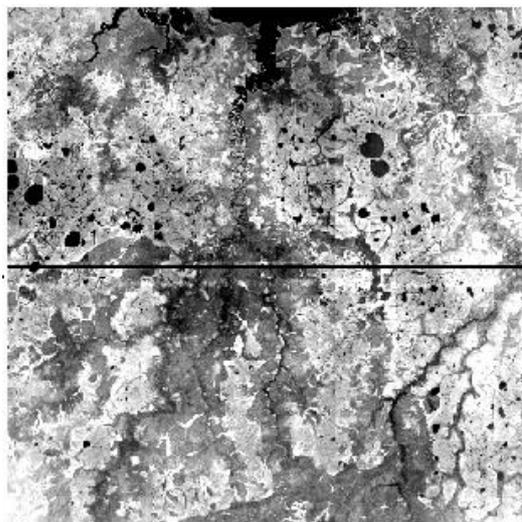


Рисунок 1 - Результат гармонической сегментации

Обработка и анализ изображения

Данная работа основывается на *методе поиска границ «Детектор Канни»* [7]; на изображении четко выражен контур ядер.

Исходное изображение клетки представлено на Рис.2.

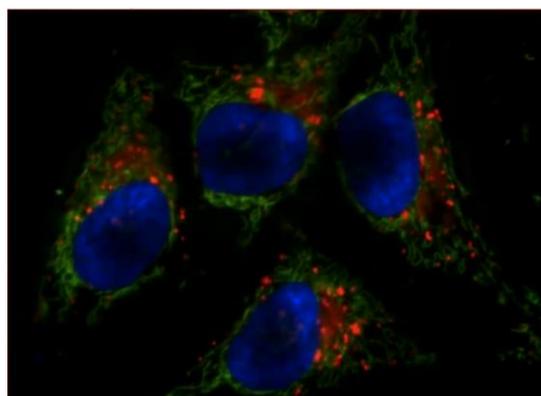


Рисунок 2 - Исходное изображение

Как правило, перед началом обработки изображение подвергается предварительному анализу, с целью определения необходимых и правильных последовательностей действий при его обработке. При сегментации изображения, как правило, основной проблемой является нечеткость контура, т.е. существование дополнительных точек, нарушающих идеальность контура.

Данное изображение обладает следующими характеристиками: ядра клетки имеют сходство,

как по строению, так и по цвету, что значительно облегчит работу с ним. Что касательно шума изображения в нашем случае, то мы не сталкиваемся с проблемой зашумленности изображения.

Обработка проводилась в программе «ImageJ», данный продукт имеет открытый исходный код для облегченной работы с изображениями. «ImageJ» чаще всего применяется в биомедицинских исследованиях, а так же в других сферах связанных с анализом снимков.

В первую очередь изображение разбивается на RGB каналы (R – Red, G – Green, B – Blue), по тому что ядра изображены синим цветом, соответственно контур при пороговой границе будет четко выражен.

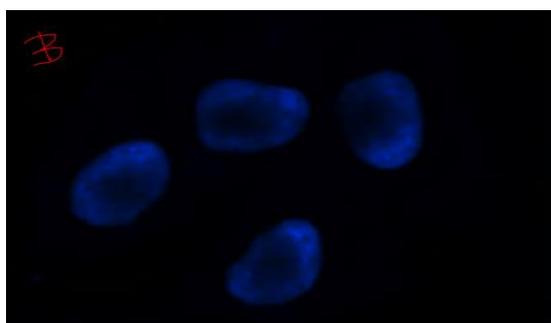


Рисунок 3 - В канал (B – Blue)

Следующим действием задается пороговая величина границы точек в канале В (Blue), что позволит в дальнейшем вывести на экран знакомый контур ядер, это непосредственно и будет сегментацией. Установим нижний пороговый уровень - 455, а верхний пусть будет равен – 2832, подходящий исключительно для данного изображения. Для других изображений границы задаются иные;

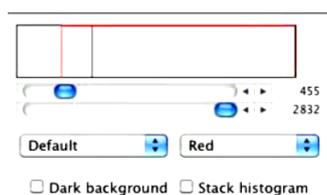


Рисунок 4 - Необходимые требования (Пороговые уровни)

После применения пороговой величины, изображение канала В (Blue) ограниченное заданными значениями, принимает вид, представленный на Рис.5.

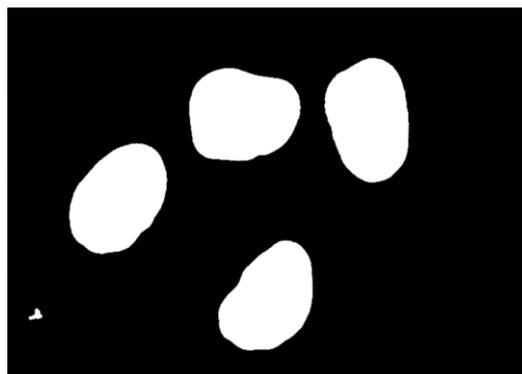


Рисунок 5 - Сегменты ядер

Заключение

Проведена сегментация ядер с изменением порогового уровня входного сигнала, удалось сегментировать ядра клетки, получив четкий контур исследуемого объекта. Представлены характеристики каждого из ядер, для ознакомления. Приведены методы сегментации изображений. Актуальность данной темы заключается в исследовании разбиения изображения на контуры с целью минимизации визуального объекта, показывается на практике как эффективность более выражается при четком разделении и уровне цвета. Работа с изображением требует интерактивного вмешательства, для контроля и коррекции сегментации, что соответственно представлено в данной статье.

Список использованных источников

1. Сетевой журнал графики и мультимедии [Электронный ресурс], <http://cgm.computergraphics.ru/content/view/147>
2. Цапко И.В., Власов А.В. Выделение объектов на изображениях методом поиска границ регионов // Автоматизация. Современные технологии, 2015, №9. – с. 33-38.
3. Пороговая яркость изображения [Электронный ресурс]. dic.academic.ru/dic.nsf/eng_rus/235013
4. Упрощенный алгоритм водораздела. Manisha Bhagwat, R. K. Krishna & Vivek Pise. International Journal of Computer Science & Communication, Vol. 1, No. 1, January-June 2010, pp. 175-177.
5. С.А. Баргалева, Т.С. Ховратович. Анализ возможностей применения методов сегментации спутниковых изображений для выявления изменений в лесах. ИКИ РАН, 2011. Т.8. №1. С.44-62.
6. А.Я. Данильченко, Д.И. Кудрявцев. НПК Видеоскан [Журнал]. Метод гармонической сегментации тоновых цифровых изображений и его применение при геологическом дешифрировании космо-и аэрофотоснимков.
7. Детектор границ [Электронный ресурс]. <http://habrahabr.ru/post/114766/>

СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА ДЛЯ РАСЧЕТА ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ОБМОТКАХ С ЦЕЛЬЮ ЕГО ДИАГНОСТИКИ МЕТОДОМ НИЗКОВОЛЬТОВЫХ ИМПУЛЬСОВ

Будько А. А.

Томский политехнический университет, Отдел элитного технического образования
budkoaleksander@yandex.ru

Введение

Одним из наиболее важных элементов электрической сети является силовой трансформатор. В настоящее время в России уделяется повышенное внимание поддержанию требуемой эксплуатационной надежности трансформаторов. В связи с этим, главной задачей является своевременное выявление появляющихся дефектов обмоток и начальных повреждений трансформатора, которое поможет вывести в ремонт трансформатор прежде, чем произойдет авария, влекущая выход его из строя [1, 2].

Поэтому целью данной работы являлось создание модели силового трансформатора для дальнейшего расчета элементов схемы замещения с целью его диагностики методом низковольтных импульсов.

Описание метода

Для диагностики механического состояния обмоток трансформатора наиболее приемлем метод низковольтных наносекундных импульсов (НВИ), в основе которого лежит импульсный генератор, создающий импульсы с наносекундным фронтом и длительностью нескольких сотен наносекунд. Такой импульс подается на одну из обмоток силового трансформатора. Снятые осциллограммы с обмотки силового трансформатора, записанные до КЗ (нормограммы) и после КЗ (дефектограммы), позволяют качественно оценить состояние трансформатора. Схема проведения диагностики с помощью метода НВИ наглядно представлена на рисунке 1.

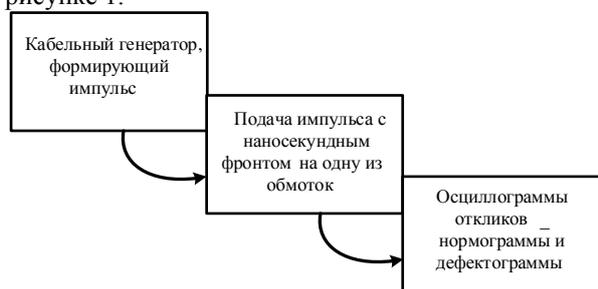


Рисунок 1 - Блок-схема проведения метода НВИ

Среди причин дефектов обмоток силового трансформатора основной является электродинамическое воздействие токов короткого замыкания, приводящее к смещению витков в обмотках [2]. При различной степени деформаций изменяются емкости и порой индуктивности звена, состоящим из ряда элементов. Здесь L – индуктивность рассеяния обмотки, учитывая

деформированных элементов. Следствием этого служит отклонение собственных частот колебаний, приводящих к изменению в осциллограммах импульсных токов и напряжений [3].

Спектр влияющего наносекундного импульса содержит высокочастотные компоненты, значит, при воздействии такого импульса на одну из обмоток трансформатора, в ней начинают протекать высокочастотные токи, где плотность распределения тока концентрируется у поверхности проводника.

Описание модели

На рисунке 2 представлена электротехническая схема замещения обмотки силового трансформатора. При построении схемы замещения требуется учесть ряд важных факторов, а именно:

1. Воздействующий импульс имеет короткую длительность, длина импульса-теста составляет порядка 400-500 нс, следовательно, электротехническая схема замещения должна быть распределенной.

2. Поскольку воздействующий импульс содержит высокочастотное наполнение, следовательно, требуется принять во внимание зависимость элементов схемы замещения от частоты.

3. При расчете переходных процессов с помощью схемы замещения, целесообразно использовать принцип наложения по частотам.

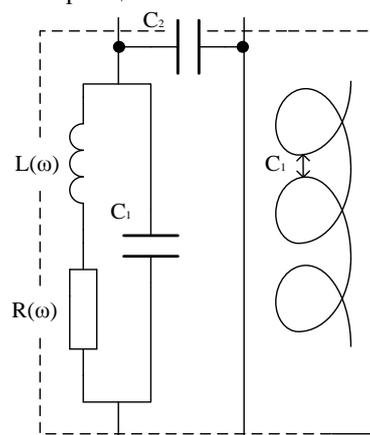


Рисунок 2 - Электротехническая схема замещения обмотки силового трансформатора одного витка

На рисунке 2 показан виток обмотки, представленный в виде электротехнического взаимную индуктивность между витками, C_1 – емкость между витками, C_2 – емкость между

витком и заземленной частью трансформатора, R – активное сопротивление витков обмотки.

Для вычисления параметров, входящих в схему замещения, проведем расчет частотного спектра и найдем частотный диапазон зондирующего импульса. Далее требуется привести расчет индуктивности и сопротивления звеньев обмотки силового трансформатора.

Экспериментальные данные

В качестве экспериментального воздействующего импульса возьмем функцию в виде:

$$U(t) = \exp(-(t - 1,5 \cdot 10^{-6})^4 \alpha),$$

где длина подаваемого импульса равна $T=0,5$ мкс.

Находим частотный спектр зондирующего импульса путем разложения импульса в ряд Фурье. Затем определяем коэффициенты разложения A_k , $k=0, \dots, N$ с помощью стандартной программы быстрого преобразования Фурье (FFT) математического пакета данных *MathCad*.

После частотного разложения требуется найти частотную зависимость индуктивности L и активного сопротивления R . Для этого, используя программно-математический пакет *COMSOL Multiphysics*, находим требуемые зависимости [4].

Получив, требуемые зависимости индуктивности и сопротивления обмоток от частоты, следует вычислить переходные процессы, действующие в обмотках трансформатора. В виду того, что входной импульс представлялся в виде суммы гармоник, вычисления делались с учетом метода наложения. Сначала рассчитывались напряжения и токи для каждой гармоники. После этого результаты расчетов токов и напряжений каждой гармоники суммировались и получались результирующие токи и напряжения при подаче зондирующего импульса (рис. 3).

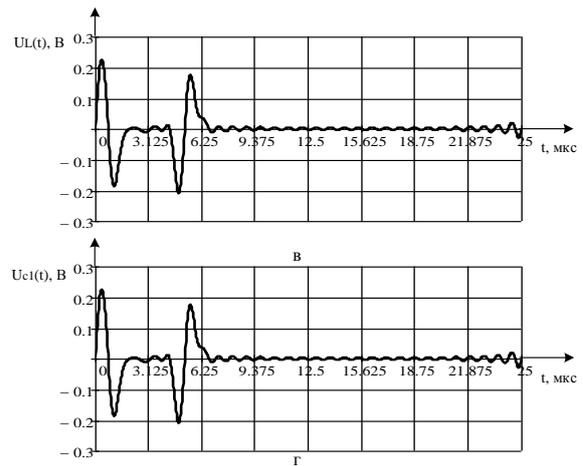
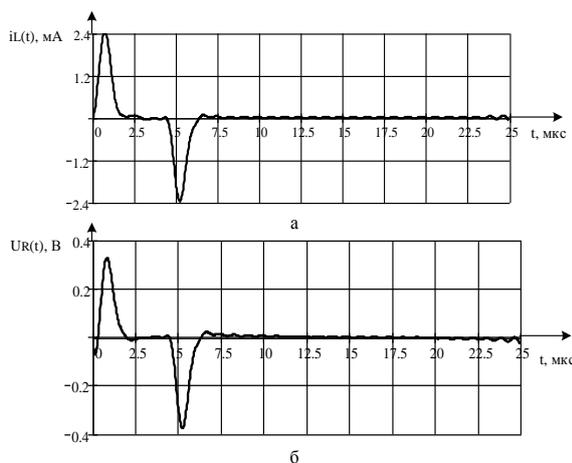


Рисунок 3 - Результаты моделирования провода обмоток силового трансформатора: а – ток индуктивности $i_L(t)$; б – напряжение на активном сопротивлении $U_R(t)$; в – напряжение на индуктивности $U_L(t)$; г – напряжение на конденсаторе $U_{C1}(t)$

Заключение

Представлена математическая модель для расчета переходных процессов элементов схемы замещения обмоток силового трансформатора с помощью программных продуктов *MathCad* и *Comsol Multiphysics*. Данную математическую модель можно использовать в качестве моделирования дефектов обмоток и расчета токов и напряжений с малой погрешностью для дальнейших исследований.

Список использованных источников

1. Кокорин, Д.В., Лебедев, Н.А. Математическое моделирование волновых процессов в обмотках силового трансформатора при их тестировании прямоугольным импульсом напряжения // Ползуновский вестник. – 2013. – № 4. – С. 90-97.
2. Хренников, А.Ю. О повреждениях обмоток силовых трансформаторов и диагностике их геометрии методом низковольтных импульсов // Электро. – 2004. – № 5. – С. 13-18.
3. Лавринович, В.А., Пичугин, М.Т., Рамазанова, А.Р. Применение наносекундных низковольтных импульсов для диагностики состояния обмоток силовых трансформаторов // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2011. – № 2. – С. 292-294.
4. Бudyко А.А., Васильева О.В. Создание модели обмотки низкого напряжения силового трансформатора ТРДН-25000/110 // Сборник научных трудов VI Всероссийской конференции “Ресурсоэффективным технологиям – энергию и энтузиазм молодых”. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. – 2015. – С. 142-145

ВТВА МОДЕЛЬ ГЕНЕРАЦИИ АГРЕГАТНЫХ СЕТЕЙ

Кинаш Н.А., Труфанов А.И., Тихомиров А.А., Берестнева О.Г.

Иркутский национальный исследовательский технический университет
troufan@istu.edu

Введение

Инновационный подход для анализа “сетевого общества” с крупномасштабными и многокомпонентными особенностями был предложен в [1]. Основу подхода составляют так называемые агрегатные сети – структуры, которые топологически не совпадают в своих глобальных и локальных масштабах, отличаясь тем самым от однородных крупномасштабных сетей. В целом подход обобщает понятие взаимодействующих сетей “interaction networks” [2], как сетей, состоящих из сообществ. Для генерации крупномасштабных синтетических сетей можно использовать блочные модели [3]. В работе [2] изучалась модель сети ВТЕР (Block Two-Level Erdos-Renyi), состоящая из сообществ, каждое из которых представляет внутри случайный граф с высокой плотностью связей, и объединенных внешне связями иерархическими. Можно полагать, что модель справедлива при описании малых сообществ (напр. класс школьников, группа студентов, небольшой коллектив и т.д.). В таких сообществах, как правило все акторы связаны со всеми, что и отражает модель графа, близкого к полному. Такие сообщества связаны с другими через лидеров этих сообществ, образуя иерархические связи концентраторов-лидеров сети. Однако, при увеличении числа узлов в сообществах, граф, описывающий структуру сообщества(фракции), имеет, как правило, тенденцию к образованию иерархических связей. Предлагаемая работа изучает именно этот случай, т.е. когда число узлов в сообществах-фракциях достаточно велико ($N = 8192$).

Модель

В настоящем исследовании выдвигается гипотеза, что сети реального мира – агрегатные сети с сообществами (Aggregate networks with communities, AC) могут состоять также из соединенных между собой случайными связями достаточно больших фракций, имеющих внутреннюю безмасштабную структуру. По аналогии с используемым в [2] названием предлагаемую модель можно определить, как модель сети ВТВА (Block Two-Level Barabasi-Albert). Используемые инструменты: алгоритм R-MAT [4] с включенным генератором шума, и программные возможности graph-tool[5], igraph, matplotlib.

Основные результаты

Исследовались метрики генерируемых агрегатных сетей с крупными сообществами, при этом параллельно генерировались случайная (модель Erdos-Renyi [6]) и безмасштабная (модель Barabasi-Albert [7]) сети того же размера, что и AC.

1. Рассчитано влияние шума на генерацию AC в соответствии с [2]. Во всех случаях (рис. 1-2) для AC сети были выбраны следующие параметры: число узлов 32768, общее число связей внутри фракций 166666, общее число связей между фракциями: 55555, размер фракции: 8192. Матрица вероятностей RMAT: $a = 0.7$, $b = 0.1$, $c = 0.1$, $d = 0.1$

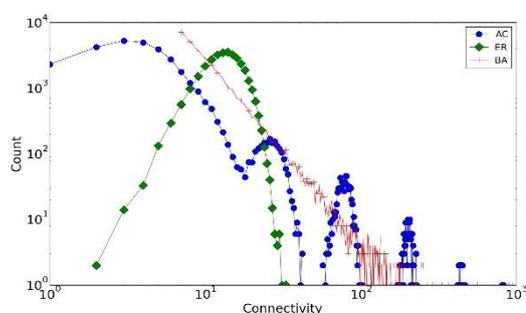


Рисунок 1 - Синтез AC при отключенном генераторе шума ($\alpha = 0$)

На всех рисунках используются обозначения: AC - агрегатная сеть, ER - сеть по модели Erdos-Renyi, BA - безмасштабная сеть.

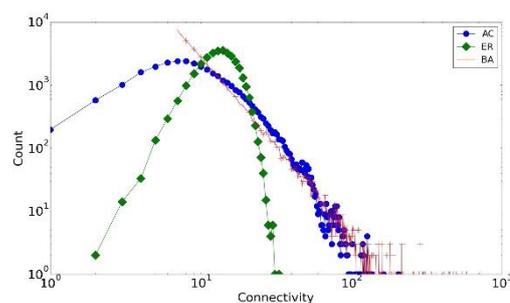


Рисунок 2 - Генерация AC с включенным генератором шума ($\alpha = 3.5$)

Из графиков следует, что формат шума эффективен при генерации сети и его следует использовать для дальнейших расчетов. Дальнейшие расчеты проводились с уровнем шума $\alpha = 3.5$, позволяющим сглаживать осцилляции до приемлемого уровня.

2. Важным является влияние изменения отношения числа связей внутри фракций к межфракционным связям (Рис.4).

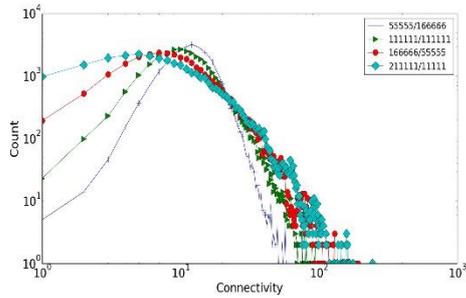


Рисунок 3 - Отношение числа связей внутри фракций к числу связей между фракциями

Из рис. 3 видно, что при уменьшении числа связей внутри фракций сеть АС стремится к случайной топологии. Так, межфракционные связи строятся по случайному закону сети и увеличение их доли способствует переходу сети к случайной структуре. Верно и обратное - увеличение доли связей внутренних стимулирует переход сети к безмасштабной топологии - увеличению “хвоста” и уменьшению “горба”. Для дальнейших расчетов выбрано соотношение 166666 / 55555, когда ярко выражен и “горб”, и “хвост” кривой.

3. Интересной представляется исследование для генерируемых сетей такой редко упоминаемой метрики, как распределение транзитивности (коэффициента кластеризации) узлов.

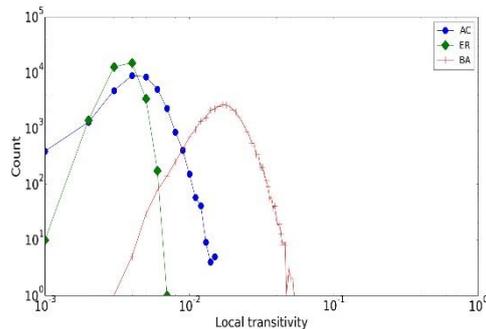


Рисунок 4 - Распределение коэффициента кластеризации (числе связей 2222210)

На рис. 5 показано изменение кривой распределения связности в зависимости от закона построения связей внутри фракций и между ними. Использовались два правила добавления связей - по модели Erdos-Renyi, и по модели безмасштабной сети.

В случае безмасштабной сети использовался шум с $\alpha = 0.35$ и матрица вероятностей R-MAT: $a = 0.7$, $b = 0.1$, $c = 0.1$, $d = 0.1$ как для межфракционных связей, так и для связей внутри фракций. Соотношение числа связей было оставлено прежним: 166666 / 55555 (Minter / Mouter).

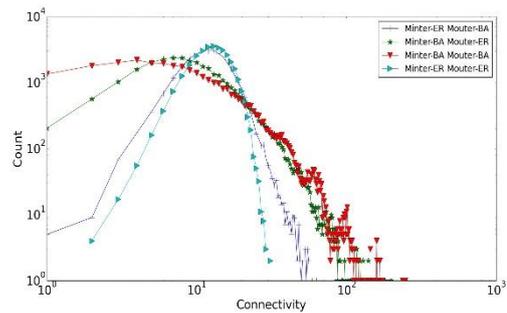


Рисунок 5 - Изменение распределения связности в зависимости от закона построения связей внутри и между фракциями

Выводы

Уровень шума $\alpha = 3.5$ для безмасштабной компоненты агрегатных сетей, генерируемых R-MAT, дает возможность сглаживать осцилляции до приемлемого уровня

Варьирование значений $\{a,b,c,d\}$ в рекурсивной матрице позволяет генерировать набор агрегатных сетей от полностью случайной топологии к увеличению доли безмасштабной.

Для анализа агрегатных сетей представляется интересным исследование метрики, отвечающей за группировку узлов - коэффициент кластеризации, т.е. $N(c) = \tilde{f}(c)$.

Список использованных источников

1. Tikhomirov A., Afanasyev A., Kinash N., Trufanov A., Berestneva O., Rossodivita A., Gnatyuk S., Umerov R.. Network Society: Aggregate Topological Models // Communications in Computer and Information Science. Verlag: Springer International Publishing. 2014. Volume 487. P.415-421.
2. Seshadhri C., Kolda T. G., Pinar A., Community Structure and Scale-free Collections of Erdos-Renyi Graphs//Physical Review. May 2012. E 85(5):056109 -9 p.
3. Karrer B., Newman M. E. J. Stochastic blockmodels and community structure in networks// Physical Review. 2011. E 83 (1): 016107.- 11 p.
4. Chakrabarti D., Zhan Y., Faloutsos C. R-MAT: A recursive model for graph mining, SDM '04: Proceedings of the 2004 SIAM International Conference on Data Mining . 2004, P. 442- 446.
5. Peixoto T.P. The graph-tool python library, figshare. 2014. DOI: 10.6084/m9.figshare.1164194.
6. Erdos P., Renyi A. On random graphs, Publicationes Mathematicae. 1959. 6, P. 290-297.
7. Barabasi A.-L., Albert R. Emergence of scaling in random networks// Science. 1999. 286, P. 509-512.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СВОЙСТВ АВТОНОМНЫХ СТРУКТУР МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ РЗМ

А.С. Попов, А.В. Обходский

Томский политехнический университет, Физико-технический институт
art707@tpu.ru

Введение

Рост производительности вычислительной техники дает больше возможностей для выполнения расчетов. Одновременно с этим развивается теоретическая база, задачи которой направлены на оптимизацию существующих и создание новых методов расчетной оценки свойств атомных структур. Практически всегда существует спрос на новые материалы с уникальными свойствами, применяемые в самых разных областях.

Преимущества от применения средств компьютерного моделирования свойств новых материалов перед экспериментом значительны. Получение теоретических значений о свойствах того или иного материала освобождает исследователей от ручных расчетов. С другой стороны, можно использовать компьютерное моделирование при исследовании свойств уже существующих материалов. В любом случае моделирование является выгодным как экономически, так и по временным затратам. К тому же, если использовать распределенные вычисления, то время моделирования существенно сокращается. У существующих программных комплексов распределенные вычисления либо отсутствуют, либо достигаются путем установки дополнительного программного обеспечения, которое уникально для различных платформ.

Методы расчета атомных структур

Наиболее известными из неэмпирических методов являются метод Хартри-Фока (ХФ) и теория функционала плотности (ТФП). Метод ХФ предшествовал созданию метода ТФП и был вполне самодостаточным в части состава определяемых свойств и точности. Однако это выполнялось только для элементарных соединений и элементов. Уже при расчетах средних систем сложность математического аппарата росла экспоненциально, следовательно, росла и ресурсоемкость. Вдобавок ко всему, значительно снижалась точность вычислений [1]. Потеря точности в методе ХФ обусловлена тем, что он не учитывает корреляции электронов (влияние электронов друг друга). Существуют модифицированные методы ХФ, где эта корреляция учтена, однако, в сравнении с методом ТФП, они проигрывают в скорости вычислений [2]. Причиной является то, что метод ХФ описывает систему многоэлектронной волновой функцией, в то время как метод ТФП описывает ее электронной плотностью. Следует отметить, что метод ТФП не

является аналитическим и достоверным, об этом свидетельствует работа [3], посвященная утверждениям, озвученными В. Коном (где кратко описаны основы ТФП) на нобелевской лекции.

Схема последовательности расчетов свойств материалов может быть обобщена как показано на рисунке 1.

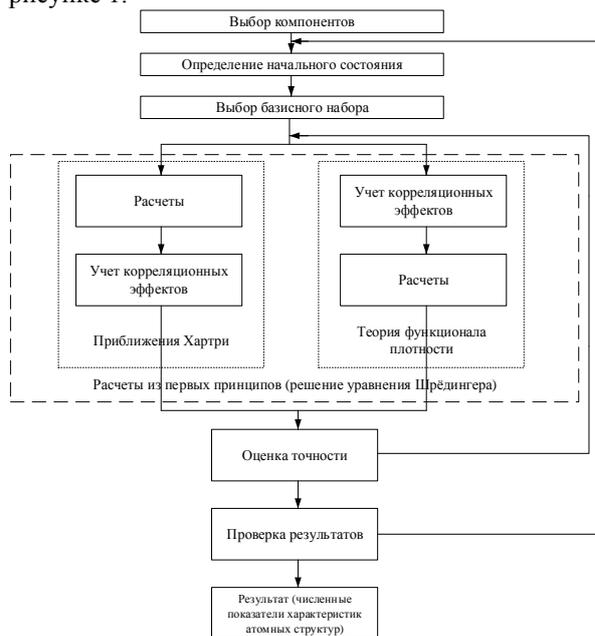


Рисунок 1 - Обобщенная схема алгоритма расчета свойств материалов

Алгоритм для неограниченного метода Хартри-Фока

На рисунке 2 представлен упрощенный алгоритм расчета для неограниченного метода Хартри-Фока. Алгоритм представляет собой более глубокий вариант ветки из рисунка 1 для метода Хартри-Фока. Данный алгоритм разрабатывался с применением модульного принципа. В него могут быть подставлены разные базисы и методы (из модификаций Хартри-Фока) без изменений общего кода. Место для подстановки базиса выделено пунктиром. В циклах расчета кинетической, потенциальной энергии, а также матрицы перекрытия расчеты конкретных элементов вынесены ввиду их индивидуальности для каждого базиса. Под гамильтонианом в алгоритме понимается матрица с суммой кинетической и потенциальной энергии для каждого элемента. Расчет общей энергии до перехода в основной цикл производится с целью получения начального значения, с которым уже будет сравниваться следующее, полученное на первой же итерации.

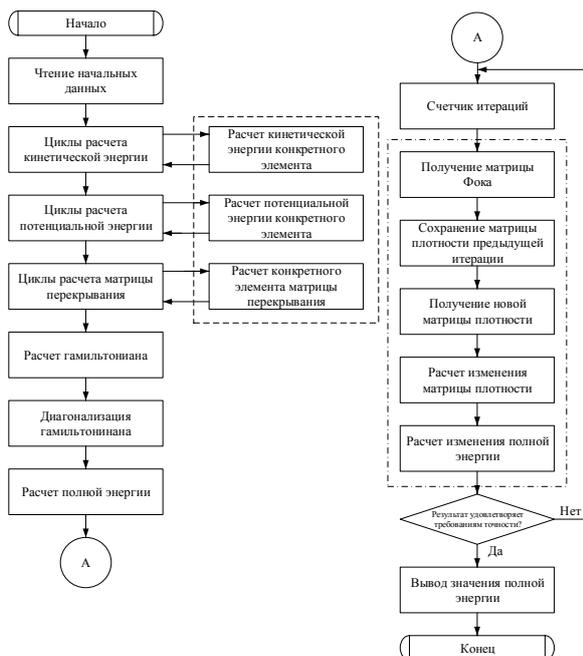


Рисунок 2 - Алгоритм расчета для неограниченного метода Хартри-Фока

Алгоритм работы программы

С точки зрения пользователя программа моделирования свойств атомных структур с применением теории функционала плотности может быть представлена, как показано на рисунке 3.

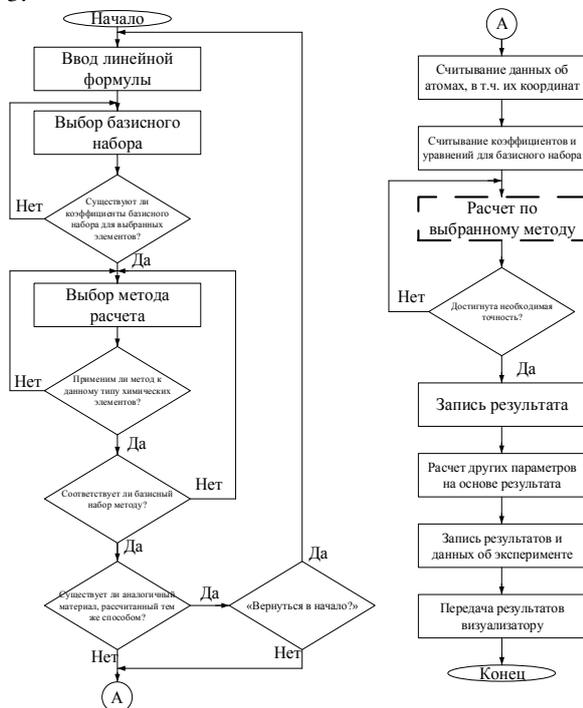


Рисунок 3 - Алгоритм работы программы

Первые шаги алгоритма – ввод линейной формулы, выбор метода расчета и базисного набора происходят в самой оболочке. Необходимо, чтобы выполнение этой задачи у исследователя занимало как можно меньше времени, поскольку

на сегодняшний день для того, чтобы задать те или иные параметры в большинстве существующих программных пакетов, необходимо воспользоваться текстовым редактором и вводить параметры не в формуляр, а в виде текста. Этот фактор в совокупности с большим количеством входных параметров создает высокий порог вхождения для специалистов и зачастую открывает не все возможности. Необходимо, чтобы условия проверки в автоматическом режиме путем внесения соответствий и рекомендаций (базис – метод, базис – тип материала, метод – тип материала) в алгоритм функционирования программы.

Основной расчет выделен пунктирной линией. Подавляющее большинство существующих методов расчета итерационные и в итоге каждой итерации проверяется условие достижения точности. Эта особенность объединяет и метод Хартри-Фока и ТФП, включая все их модификации.

Результат представляет из себя массив чисел, которые необходимо интерпретировать. Интерпретаторы могут визуально показать расположение и форму орбиталей, распределение энергии, вид кристаллической решетки и многое другое. Так же интерпретатор может рассчитать по полученному массиву электронной плотности энергию связи и другие свойства атомных структур.

Заключение

К настоящему времени были изучены существующие программные продукты по моделированию материалов. Руководствуясь их достоинствами и недостатками, был разработан алгоритм и общая концепция программного комплекса.

Алгоритм включает в себя проверку соответствия вводимых исходных данных для моделирования и возможность проведения серии расчётов в автоматическом режиме.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации. Соглашение о предоставлении субсидии RFMEFI57814X0095 от 28.11.2014 г.

Список использованных источников

1. Кларк Т. Компьютерная химия / Т. Кларк. – Москва: «Мир», 1990 – 371 с.
2. Барановский В.И. Квантовая механика и квантовая химия / В.И. Барановский. – Москва: «Академия», 2008. – 382 с.
3. Сарры А.М., Сарры М.Ф. К теории функционала плотности // Физика твердого тела. – 2012. – Т. 54. – № 6. – С. 1237-1243.

ИНТЕГРАЦИЯ РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ RDF ГРАФОВ

Рафиков М.Р.

Научный руководитель: Тузовский А.Ф.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
mrr1@tpu.ru

Введение

В настоящее время, информация большинства организаций хранится в базах данных, к которым может быть предоставлен доступ в локальной или глобальной компьютерной сети. Информация об одних и тех же объектах организации может содержаться в различных базах данных, которые могут иметь разную структуру. Для получения полной информации об объекте из различных баз данных требуется выполнить их интеграцию. Данная задача может быть решена путем преобразования данные из различных источников в единый формат. В качестве такого формата могут быть использованы языки, разработанные и стандартизированные организацией W3C, в рамках разработки следующего поколения веб-сети – Semantic Web.

Единое описание информации

В технологиях Semantic Web предложен единообразный формат представления разнородной информации – язык RDF (Resource Description Framework) [1]. Данный язык RDF описывает информацию в виде триплетов «subject-predicat-object», которые являются простыми логическими утверждениями. В триплетах: subject – это некоторый ресурс (понятие), заданный с помощью URI; predicat – это некоторое свойство данного ресурса, заданное с помощью URI; object – это значение данного свойства у данного ресурса, заданное с помощью URI или текстовой строки. Каждый триплет можно рассматривать в виде именованной дуги (predicat), связывающей вершины subject и object. Набор RDF утверждений называется RDF графом. URI (Universal Resource Identifier) являются глобально уникальными идентификаторами любых сущностей, а не только ресурсов WWW. Основными преимуществами формата RDF является:

1. RDF формат является универсальным способом описания информации. Стандартные формы представления данных (реляционные базы данных, электронные таблицы и т.п.) могут быть преобразованы в RDF-формат.
2. RDF графы могут очень просто интегрироваться путем простого их объединения (слияния). При этом вершины, которые имеют одинаковые URI просто объединяются.

3. Для работы с RDF данными разработаны другие языки. Например, такие, как SPARQL – язык запросов к RDF данным и языки RDFS и OWL для описания семантических моделей (онтологии, словари), на основе которых формируются и обрабатываются RDF данные.

Преобразование реляционных данных в RDF

Для приведения реляционной базы данных в RDF формат используется платформа D2RQ [2]. В составе D2RQ присутствуют средства для отображения и преобразования данных из реляционных СУБД в RDF граф с помощью инструмента «generate-mapping». Также есть возможность получить данные в виде триплетов.

После преобразования появляется возможность работать с реляционной базой данных как с RDF графом, а именно: составлять SPARQL запросы и использовать полученный граф в Jena [3].

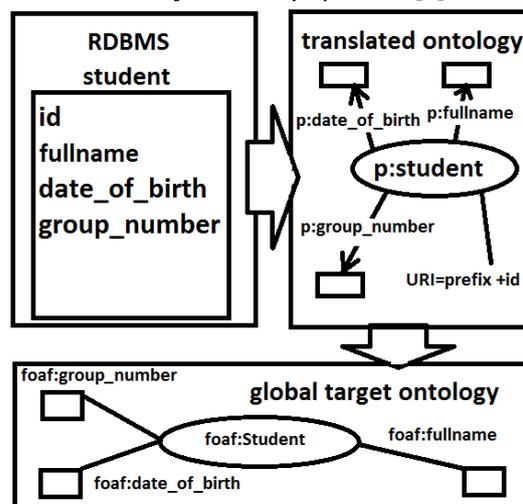


Рисунок 1 - Двухэтапное Отображение СУБД в целевую онтологию

Также D2RQ позволяет посмотреть полученные RDF class, как отдельное приложение Semantic Web. Для этого используется встроенный в платформу, D2R-server. Он показывает информацию, построенную после mapping в HTML и RDF вариантах.



Рисунок 2 - SPARQL запрос на D2R-server

Для обработки RDF графов используется фреймворк Jena для Java. Большое преимущество в этом дает D2RQ, который может использоваться как элемент приложения для отображения RDF графов.

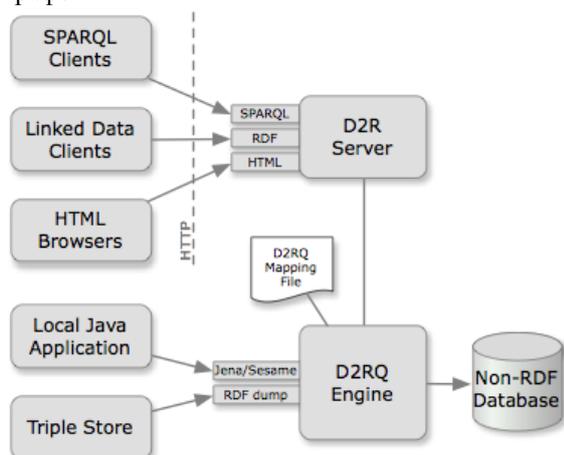


Рисунок 3 - Общая схема D2R-server

Общая модель данных

Для подготовки к выполнению глобальных запросов к данным необходимо собрать все полученные после “generate-mapping” RDF графы. Для этого следует создать каталог метаданных, которое представляет собой RDF хранилище.

Выполнение SPARQL запросов к набору

Система Jena ARQ[5] предоставляет базовую функциональность для потокового выполнения SPARQL запросов и реализует набор итераторов для выполнения потоковых и материализованных

связываний, левых связываний, объединений, фильтров. Пользователи системы интеграции выполняют запрос к посреднику, который далее выполняет подзапросы к подходящим источникам данных, чтобы сформировать составить, результат запроса. Система является масштабируемой относительно количества источников данных и количества и размера онтологий.

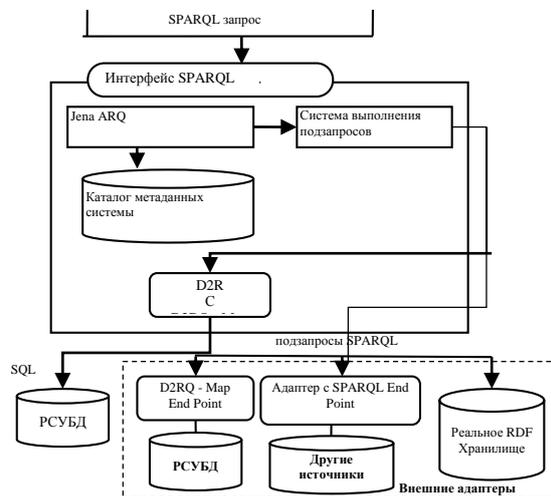


Рисунок 4 - Структурная система выполнения запросов к набору

Заключение

При использовании стека технологий D2RQ, Jena можно добиться решения задачи интеграции данных. Решение данной задачи позволит с точки зрения пользователя использовать одну интегрированную информационную систему, предоставляющую всю информацию из подсистем, которые, например, могут быть системами баз данных, мультимедийными серверами, хранилищами документов, наборами электронных таблиц, экспертными системами или Web сервисами.

Список использованных источников

1. RDF <http://www.w3.org/RDF/> [Электронный ресурс] Режим доступа: свободный
2. D2RQ <http://d2rq.org/> [Электронный ресурс]. – Режим доступа: свободный
3. Apache Jena <http://jena.apache.org/> [Электронный ресурс]-Режим доступа свободный
4. Langegger A. A Flexible Architecture for Virtual Information Integration based on Semantic Web Concepts (phd thesis) // Institute for Application Oriented Knowledge Processing, 2010
5. ARQ - A SPARQL Processor for Jena <http://jena.apache.org/documentation/query/> [Электронный ресурс]-Режим доступа: свободный

РЕАЛИЗАЦИЯ ОБРАТНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО АЛГОРИТМА ГАУССА-НЬЮТОНА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ПОЛЕЙ ВЕКТОРОВ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ В ЗАДАЧЕ ОЦЕНКИ ДЕФОРМАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ МАТЕРИАЛОВ

Береснев А.П.

Доцент кафедры ВТ Болотова Ю.А., м. н. с. ИФПМ СО РАН Любутин П.С.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики

snoopdogmaster@gmail.com

Введение

Одно из важных направлений прогресса – повышение надежности и долговечности машин и сооружений. Для улучшения качества разрабатываемых материалов, необходима диагностика деформационного состояния элементов конструкций в процессе их изготовления и эксплуатации. Для диагностики используются как расчетные методы, так и экспериментальные, которые основаны на измерении напряжений и деформаций, которые осуществляют в процессе испытаний. При использовании экспериментальных методов, на поверхность исследуемых покрытий наносят точки, линии и полосы. Для практической оценки деформации используем обратный композиционный алгоритм Гаусса-Ньютона. Который дает относительно точный результат для сравнения с теоретическими значениями.

Описание алгоритма

На рисунке 1[1] приведена схема алгоритма. Который функционально разбит на две части.

Для первого (целочисленного) приближения смещения используется быстрое преобразование Фурье (FFT). Далее, полученные целочисленные смещения используются для нахождения субпиксельного смещения с помощью обратного композиционного алгоритма Гаусса-Ньютона (IC-

В качестве входных данных используем изображение деформируемого объекта, которое разбивается на области, для каждой из которых находится смещение.

Рассматриваем некоторую область первого изображения R и ставим ей в соответствие область T второго изображения, координаты которой относительно области R смещены на величину (u, v) , где u – смещение по координате x , а v – смещение по координате y . Данное смещение находится целочисленно, что не является достаточно точным результатом, согласно поставленной задаче.

После того, как мы получили вектор $p = [u, 0, 0, v, 0, 0]^T$, согласно алгоритму, необходимо вычислить инкрементирующий вектор $\Delta p = [u, u_x, u_y, v, v_x, v_y]^T$, уменьшающий ошибку вычислений. Данный вектор выражается из формулы:

$$C_{ZNSSD}(\Delta p) = \sum_{\xi} \left\{ \frac{\bar{R}(\psi + W(\xi, \Delta p))}{\bar{R}_n} - \frac{\bar{T}(\psi + W(\xi, p))}{\bar{T}_n} \right\}^2$$

где $\psi = [x, y, 1]^T$ – координаты центра области на изображении, $\xi = [\Delta x, \Delta y, 1]^T$ – локальные координаты относительно центра области,

$\bar{R}_i = R_i - R_m$, $\bar{T}_i = T_i - T_m$ – отклонение от среднего значения, $R_m = \frac{1}{N} \sum_i R_i$, $T_m = \frac{1}{N} \sum_i T_i$ – среднее значение интенсивности пикселей области изображения,

$$\bar{R}_n = \sqrt{\sum_{\xi} \{\bar{R}[\psi + W(\xi, \Delta p)]\}^2},$$

$$\bar{T}_n = \sqrt{\sum_{\xi} \{\bar{T}[\psi + W(\xi, p)]\}^2},$$

Функция аффинных преобразований:

$$W(\xi, p) = \begin{bmatrix} 1 + u_x & u_y & u \\ v_x & 1 + v_y & v \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ 1 \end{bmatrix}$$

Формула для вычисления вектора Δp :

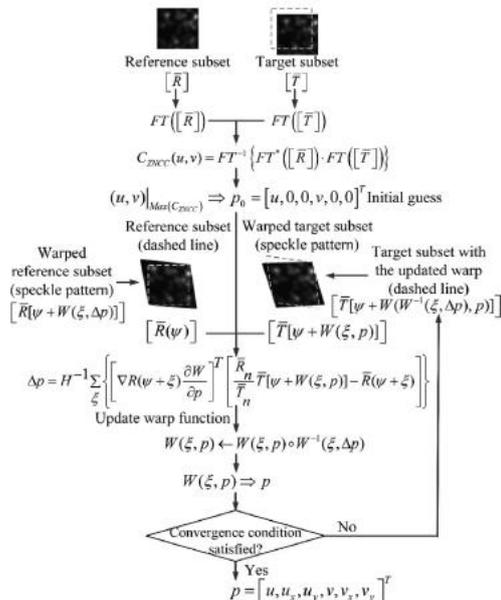
$$\Delta p = H^{-1} \sum_{\xi} \left\{ \left[\nabla R(\psi + \xi) \frac{\partial W}{\partial p} \right]^T \left[\frac{\bar{R}_n}{\bar{T}_n} \bar{T}[\psi + W(\xi, p)] - \bar{R}(\psi + \xi) \right] \right\}$$

где H^{-1} – обратная матрица Гессе H

$$H = \sum_{\xi} \left\{ \left[\nabla R(\psi + \xi) \frac{\partial W}{\partial p} \right]^T \left[\nabla R(\psi + \xi) \frac{\partial W}{\partial p} \right] \right\}$$

После вычисления вектора Δp , он суммируется с вектором p , функция аффинных преобразований $W(\xi, p)$. Вычисление вектора Δp производится итеративно. На каждой итерации Δp уменьшается. Выполнение алгоритма прекращается, когда достигается необходимая точность вычислений.

После вычисления вектора Δp также



GN).

Рисунок 1 - Схема алгоритма вычисления смещения и использованием FFT и IC-GN

необходимо пересчитывать интенсивности пикселей на изображении T , с учетом новых координат для области. Поэтому используется интерполяция. Для более точного нахождения интерполируемого значения было решено использовать бикубическую интерполяцию.

Реализация алгоритма

Для удобного и быстрого выполнения матричных операций, используемых в алгоритме, используется библиотека Eigen 3й версии.

Для того, чтобы не загромождать код программы и поддерживать принципы абстрагирования, создан отдельный класс, в котором описаны поля и функции для вычислений отдельной области.

Массив из объектов данного класса, который описывает векторное поле смещений для всего изображения используется в другом классе, в котором описаны операции уже более высокого уровня, уже относительно всего изображения.

Результаты вычислений(вектора) записываются в файл формата HDF5 (Hierarchical Data Format). Далее полученный файл возможно открыть в специальном визуализаторе, подмодулем которого и является данная программа.

Используя формат HDF5 вычисления можно производить сразу для серии изображений, таким образом, затем просмотреть динамику изменения смещений.

Результаты работы по данному алгоритму результаты предоставлены на рисунке 3 предоставлен. Для наглядности масштаб векторов увеличен.

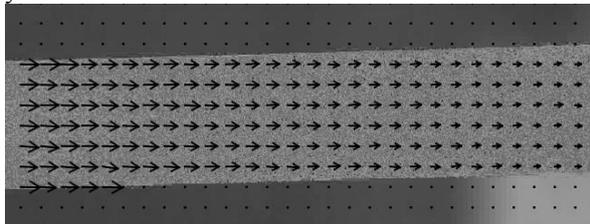


Рисунок 3 - Пример работы программы

Оценка точности работы программы и сравнение с другими программами

Используем результаты тестов в виде графиков для тестовых изображений, взятых из источника [2]. Тестовые изображения представлены в виде симуляции смещения изображения без шума и с шумом по Гауссу с радиусом 16. Данные тестовые изображения представляют из себя серию из 50 изображений, каждое последующее изображение сдвинуто относительно предыдущего на 0,02 пикселя, таким образом, 50е изображение будет смещено на 1 пиксель. Зная теоретическое значение смещение и вычислив результаты, используя программу, мы можем оценить случайную и систематическую ошибку смещения.

На рисунке 4, взятом из источника [2], изображены графики систематической ошибки для различных реализаций (pack 1-9). Для изображений без шумов слева и для изображений с шумами справа.

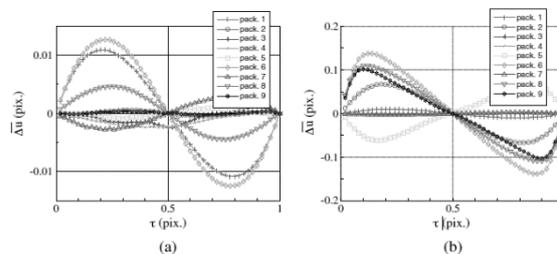


Рисунок 4 - Графики систематической ошибки вычислений

Из результатов вычислений нашей программы, построим аналогичные графики и сравним (рис.5) результаты.

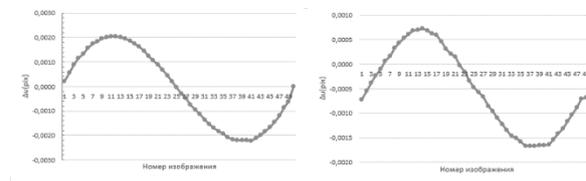


Рисунок 5. Графики систематической ошибки вычислений для созданной программы

Очевидно, что созданная нами программа может конкурировать с программами, представленными в источнике [2] по точности вычислений.

Заключение

Проанализировав графики, можно сказать, что систематическая ошибка максимальна при субпиксельном смещении на 0,25 пикселя и минимальна при смещении на 0,5 и 1 пиксель.

Таким образом, делаем вывод о том, что созданная программа позволяет вычислить смещение с довольно высокой точностью.

Список использованных источников

1. Jiang Z, Kema Q, Miao H, Yang J, Tang L. Path-independent digital image correlation with high accuracy, speed and robustness. Opt Laser Eng 2015;65:93–102.
2. F. Amiot, M. Bornert, P. Doumalin, J. -C. Dupré, M. Fazzini, J. -J. Orteu, C. Poilâne, L. Robert, R. Rotinat, E. Toussaint, B. Wattrisse and J. S. Wienin. Assessment of Digital Image Correlation Measurement Accuracy in the Ultimate Error Regime: Main Results of a Collaborative Benchmark. Strain (2013) 49, 483–496.

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ РУССКОГО ЯЗЫКА

Завьялова А.В.

Научный руководитель ст.пр. Емельянова Т.В.

Томский государственный университет, Механико-математический факультет
alisa.zavjalova@rambler.ru

Речь — исторически сложившаяся форма общения людей посредством языковых конструкций, создаваемых на основе определённых правил. Процесс речи предполагает, с одной стороны, формирование и формулирование мыслей языковыми (речевыми) средствами, а с другой стороны — восприятие языковых конструкций и их понимание. Под речью понимают как процесс говорения (речевую деятельность), так и его результат (речевые произведения, фиксируемые памятью или письмом). [1] Известно, так же, что речь представляет собой психолингвистический процесс. Психолингвистика — дисциплина, которая находится на стыке психологии и лингвистики. Изучает взаимоотношение языка, мышления и сознания. Письменная речь охватывает языковые средства выражения мысли. На формирование письменной речи влияют самые различные обстоятельства: знания грамматики и литературы, профессия, местные диалекты и даже заболевания центральной нервной системы. В общественной, производственной, научной и иной деятельности письменная речь несет различную информативную нагрузку. Посредством нее фиксируются и передаются сообщения о фактах, событиях, явлениях, понятиях, идеях, т. е. в ней заключен определенный смысл. Письменная речь, как и любое общественное явление, имеет свою языковую форму, в которую облечен ее смысл, — языковые средства, материализуют содержащиеся в ней мысли в виде словарного состава. [2] А это значит, что частота употребления слов может многое рассказать о человеке. Однако слова состоят из букв, и, следовательно, частота употребления тех или иных букв так же может об этом свидетельствовать.

На сегодняшний момент, начиная с XX в. проблема исследования языка в лингвистике, а позднее в психолингвистике, а также в психологии и математике приобрела особую актуальность. Язык стал рассматриваться и как основное средство осуществления речевой коммуникации, и как феномен развития человека [2]. Стоит отметить, что нередко текст рассматривают как дискурсивное единство, то есть специфический способ и правила организации речевой деятельности, независимо письменной или устной, обладающее многообразной смысловой структурой, порождающей новые смыслы и т.д. Но можно подойти к тексту принципиально с иной стороны, и тогда текст, прежде всего, будет рассматриваться как формально-логическое

образование, которое можно исследовать некоторыми статистическими методами. [3]

Постановка задачи: проанализировать, есть ли зависимость частот употребления букв русского языка от типа текста.

В настоящей работе проведен анализ частот употребления букв русского языка в научных статьях математического и философского направлений. Для анализа были выбраны 70 текстов (35 математических и 35 философских), для которых были рассчитаны частоты употребления каждой буквы (в процентах), которые в дальнейшем сравнивались между собой по критерию Стьюдента, для того что бы увидеть значимо ли они отличаются.

Частота каждой буквы в процентном выражении определялась следующим образом: подсчитывалось сколько раз буква встречается в тексте, затем полученное число делилось на общее число символов текста и умножалось на 100.

Поскольку мы располагаем необходимыми нам данными, можем приступить к анализу текстов по критерию Стьюдента.

Сначала проверяем нулевую гипотезу (H_0), которая отвергает эффект (разница средних равняется нулю) в популяции. Затем определяем альтернативную гипотезу (H_1), которая принимается, если нулевая гипотеза неверна.

Итак:

$H_0: \bar{X}_1 = \bar{X}_2$ нулевая гипотеза свидетельствует о равенстве средних значений;

$H_1: \bar{X}_1 \neq \bar{X}_2$ альтернативная, о том, что средние значения имеют принципиальные отличия.

Статистика критерия:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{s \times \sqrt{1/n_1 + 1/n_2}} \sim t_{(n_1+n_2-2)},$$

где

$$s = \sqrt{\frac{(n_1 - 1) \times s_1^2 + (n_2 - 1) \times s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}.$$

Вычисленное значение t проверяют на предмет попадания в критическую область. При попадании статистики критерия в критическую область, нулевая гипотеза отклоняется. Обычно критическая область выбирается так, чтобы попадание в неё статистики критерия имело:

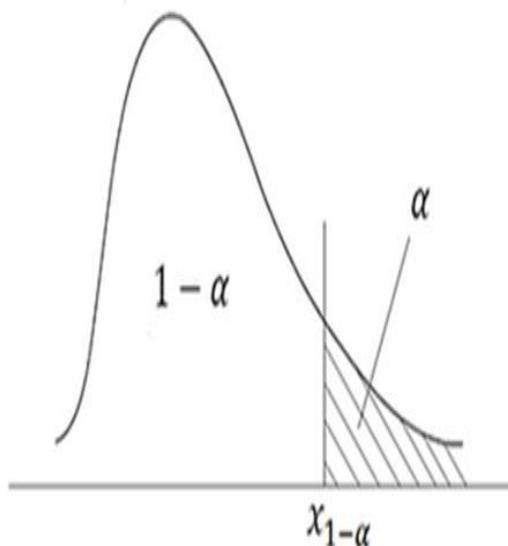
а) низкую вероятность, когда нет оснований для отклонения нулевой гипотезы;

б) высокую вероятность, когда нулевая гипотеза отклоняется.

Назначение уровня значимости, равного α , означает вероятность попадания статистики

критерия в критическую область при верной нулевой гипотезе.

Для принятия решения об отклонении или не отклонении нулевой гипотезы необходимо также определить критическую область проверки гипотезы, здесь правосторонняя: $(x_{1-\alpha}; +\infty)$



α - заданный исследователем уровень значимости.

Все статистики критерия подчиняются известным теоретическим распределениям вероятности. Значение статистики критерия, полученное из выборки, связывают с уже известным распределением, которому она подчиняется, чтобы получить значение p площадь обоих "хвостов" (или одного "хвоста", в случае односторонней гипотезы) распределения вероятности.

Важным этапом проверки статистических гипотез является определение уровня статистической значимости α , т.е. максимально допускаемой исследователем вероятности ошибочного отклонения нулевой гипотезы. В настоящем исследовании для проверки гипотез уровень значимости был взят равный 0,05. Уровень значимости 5% задается произвольно. На уровне 5% можно отвергнуть нулевую гипотезу, когда она верна. Если это может привести к серьезным последствиям, необходимо потребовать более веских аргументов, прежде чем отвергнуть нулевую гипотезу, например, выбрать значение $\alpha = 0,01$ (или 0,001).

Все статистики критерия подчиняются известным теоретическим распределениям вероятности. Значение статистики критерия, полученное из выборки, связывают с уже известным распределением, которому она подчиняется, чтобы получить значение p . Значение p — это

вероятность получения нашего вычисленного значения критерия или его еще большего значения, если нулевая гипотеза верна. Иными словами, p - это вероятность отвергнуть нулевую гипотезу при условии, что она верна.

Нулевая гипотеза всегда относится к популяции, представляющей больший интерес, нежели выборка. В рамках проверки гипотезы мы либо отвергаем нулевую гипотезу и принимаем альтернативу, либо не отвергаем нулевую гипотезу. Следует решить, сколько аргументов позволят отвергнуть нулевую гипотезу в пользу альтернативной. Чем меньше значение p , тем сильнее аргументы против нулевой гипотезы. Большинство компьютерных пакетов обеспечивают автоматическое вычисление двустороннего значения p . Если $p < 0,05$, ($= 0,05$) то аргументов достаточно, чтобы отвергнуть нулевую гипотезу, и сказать, что результаты значимы на 5% уровне. И напротив, если $p > 0,05$, то аргументов недостаточно, чтобы отвергнуть нулевую гипотезу. Не отвергая нулевую гипотезу, можно заявить, что результаты не значимы на 5% уровне. Данное заключение не означает, что нулевая гипотеза истинна, просто недостаточно аргументов (возможно, маленький объем выборки), чтобы ее отвергнуть.

Для простоты анализа все расчеты по критерию Стьюдента проводились в пакете программ «R: анализ и визуализация данных».

Результаты показали, что тексты выбранных тематик, действительно имеют принципиальные отличия в употреблении следующих букв: «и», «с», «х», «ц» и «ъ». Также стоит отметить, что наибольшая относительная разница частот употребления букв соответствует букве «ф», с преобладанием в математических текстах, и буквой «ж» в текстах философского направления. Предметом будущих исследований является установление зависимости между частотами употребления букв и правилами организации речевой деятельности в представленных текстах, на основании полученных данных.

Литература

1. Крылов И.Ф. Криминалистика [Электронный ресурс]:2013.-URL: http://adhdportal.com/book_1420.html. (Дата обращения: 13.05.2015).
2. Глухов В.П., Ковшиков В.А. Психолингвистика. Теория речевой деятельности. - М.: Высш. школа, 2007 - 320 с.
3. Щеглова А. Методы статистического анализа текста [Электронный ресурс]: Библиофонд. Электронная библиотека студента, 2010.-URL: <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=514585>. (Дата обращения: 11.05.2015).

ПРОБЛЕМА ПОДГОТОВКИ ЕЯ-ТЕКСТОВ К СИНТАКСИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ ДЛЯ ЗАДАЧ АВТОМАТИЧЕСКОГО ИЛЛЮСТРИРОВАНИЯ

Лабзюк С. А., Равицкий М. К., Крайванова В. А.

Крайванова В. А.

Алтайский государственный технический университет, Факультет инновационных технологий
stanislav.labzyuk@gmail.com

Введение

Текст - универсальная форма представления информации, однако, для ее получения человек вынужден прилагать гораздо больше усилий, чем для восприятия изображений или звука. Поэтому задача автоматического иллюстрирования текстов на естественных языках - одна из актуальных проблем семантического анализа текстов. Конкретный вид иллюстраций (подбор изображения из базы, коллаж из спрайтов, генерация схемы в формальной графической нотации и др.) требует разработки соответствующих алгоритмов, однако все способы иллюстрирования текстов начинаются с синтаксического анализа [1]. В работе рассматриваются тексты на русском языке.

Постановка задачи

Синтаксические анализаторы текстов на естественном языке – это специфические программные продукты. С одной стороны, эта ниша активно развивается, и в ближайшее время могут появиться новые разработки, а с другой стороны, высокая востребованность может привести к тому, что практически весь сектор уйдет от свободного ПО. В связи с этим, при разработке алгоритмов автоматического иллюстрирования, нежелательно привязываться к конкретным синтаксическим анализаторам.

Качество синтаксического анализа текстов на естественных языках существенно зависит от качества исходного текста: правильной грамматики и пунктуации, содержания опечаток и вставок на языках, которые не поддерживаются выбранным анализатором. Большинство текстов не обладают достаточно высоким качеством, поэтому для получения адекватных результатов на них требуется предварительная обработка [2]. Устранение опечаток и восстановление корректного синтаксиса - сложная отдельная задача. Однако имеется ряд задач, решение которых позволяет существенно улучшить качество текста.

- Удаление невидимых управляющих символов, наличие которых может привести к сбою в работе синтаксического анализатора.
- Удаление лишних переводов строк и знаков переноса.
- Удаление фрагментов разрушенного текста, которые могли возникнуть при копировании текста из различных источников (PDF-документ или веб-страница), например, преобразование различных формул в последовательность бессодержательных

последовательностей символов и другие модификации исходного текста.

- Удаление фрагментов на формальных языках (например, html-разметки).
- Восстановление слов из общепринятых сокращений.
- Восстановление точек в конце заголовков.
- Обработка скобочных конструкций.
- Разбиение на предложения.

Синтаксические анализаторы чувствительны к знакам конца предложения.

Существует множество решений задачи подготовки текста к последующему синтаксическому анализу. Как правило, данные алгоритмы являются частью синтаксических анализаторов или специализированных комплексов [2,3], учитывающих особенности только определенных источников, например, удаление html-разметки. Цель данной работы – спроектировать и реализовать модуль очистки текста, применимый к широкому кругу синтаксических анализаторов и широкому кругу источников текстов.

Алгоритм подготовки ЕЯ-текста к синтаксическому анализу

Разработанный алгоритм подготовки текста к синтаксическому анализу состоит из следующих шагов:

1. Восстановление границ предложений.
2. Очистка текста от неанализируемых конструкций.
3. Развертывание сокращений.
4. Сегментация текста на предложения.

Восстановление границ предложений включает в себя две операции: удаление переносов и восстановление точек в конце заголовков. Удаление переносов - это удаление пары символов “-\n” (где “\n” - перевод строки), если перед ними не стоит пробела. Восстановление точек в конце заголовков основано на анализе строк, содержащих только прописные буквы или начинающихся с конструкции, удовлетворяющей регулярному выражению “(d+).\d+*”, где \d - цифра (0-9).

Очистка текста от неанализируемых конструкций включает в себя удаление управляющих символов и переводов строк, а также разрушенного текста, фрагментов, содержащих большое количество символов, не являющихся русскими буквами. Очистка реализована на основе регулярных выражений.

Развертывание сокращений производится на основе словаря сокращений, в котором каждому сокращению поставлена в соответствие его расшифровка.

Сегментация текста на предложения является довольно сложной задачей, так как при определении терминального символа необходимо учитывать множество условий. В самом первом приближении можно считать, что предложение всегда начинается со слова с большой буквы и заканчивается терминальным знаком препинания (точкой, вопросительным или восклицательным знаком). Однако практика показывает, что для наиболее точного и полного выделения предложений необходимо учитывать целый ряд дополнительных факторов [4]. В частности, точка может использоваться в датах, в нумерованных списках, в сокращениях, в том числе в таких, которые невозможно устранить с помощью словаря, в частности, в инициалах, и т.д.

Кроме традиционных терминальных символов необходимо учитывать круглые скобки. Научные тексты могут содержать большие фрагменты из нескольких предложений, заключенные в скобки, размещенные при этом внутри другого предложения. Для разрешения таких ситуаций будем применять следующий алгоритм.

1. Для каждой открывающейся скобки найдем закрывающую скобку путем построения правильной скобочной последовательности. Если закрывающая скобка не найдена, будем считать открывающую скобку терминальным символом и заменим ее на точку.

2. Если закрывающая скобка найдена, то переместим фрагмент между скобками за первый терминальный символ, расположенный после этого фрагмента. Удалим открывающую скобку, а закрывающую заменим на точку.

3. Будем повторять описанные действия, пока в тексте остаются открывающие круглые скобки.

4. Заменим все закрывающие круглые скобки на точки.

После устранения скобок разделим текст по терминальным символам, не входящим в инициалы. Принадлежность к инициалам определяется на основе регулярного выражения.

Заключение

Следует отметить, что предложенные механизмы не учитывают некоторые частные случаи, и потому не являются абсолютно точными решениями поставленных задач. В частности, этап удаления знаков переноса может повредить слова,

содержащие дефис, нумерация заголовков может отсутствовать, качество развертывания сокращений существенно зависит от словаря и т.д. Дополнительные проблемы возникают при работе с низкокачественными веб-данными [4]. Так, первое слово в предложении может начинаться с маленькой буквы. Точка может отсутствовать, особенно в конце абзаца. При копировании текста из различных источников или файлов возможны проблемы, связанные с форматированием текста. Вопросительный знак может появиться из-за проблем с кодировкой.

Однако, разработанные алгоритмы позволяют устранить значительное количество ошибок, возникающих при синтаксическом анализе текстов на естественном языке. Все описанные алгоритмы реализованы и применяются на стадии подготовки к синтаксическому анализу для парсера Dialing в задачах автоматического иллюстрирования. В дальнейшем планируется провести количественную оценку полученных улучшений для различных синтаксических анализаторов, в частности, для Link Grammar.

Список использованных источников

1. Крайванова В.А. Программный комплекс для исследования структуры естественнонаучных текстов на естественном языке // Ползуновский альманах. 2014. № 1. С. 120-123.

2. Усталов Д.А., Блинов П.А., Чернокутов М.А. Очистка текстов на естественном языке с использованием Apache Spark // Сборник материалов XVI Международной суперкомпьютерной конференции «Научный сервис в сети Интернет: многообразие суперкомпьютерных миров» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agora.guru.ru/abrau2014/pdf/218.pdf>, свободный (дата обращения 25.10.2015).

3. The impact of Pre-Processing on the Classification of MEDLINE Documents [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://web.fe.up.pt/~niadr/PUBLICATIONS/2010/P_RIS_2010.pdf, свободный (дата обращения 25.10.2015).

4. Урюпина О. Автоматическое разбиение текста на предложения для русского языка // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии: По материалам ежегодной Международной конференции «Диалог» (4–8 июня 2008 г.), №7, 2008. С. 14.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕРРИТОРИЙ

Аксёнов А.В., Медведев А.С., Силич М.П.

Томский политехнический университет
image@tpu.ru

Введение

Тема обеспечения энергетической эффективности является одной из наиболее острых в России и мире. Она взаимосвязана со всеми сферами деятельности и влияет на результативность работы во всех направлениях экономического развития. Показателем важности данной проблемы может служить подписание в 2009 году Президентом Российской Федерации Медведевым Д.А. Федерального закона №261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», основной целью которого является снижение энергопотребления на 40% к 2020 году [1].

Энергоёмкость экономики России является весьма высокой, и она продолжает увеличиваться. Удельные энергозатраты российской экономики возросли с 1990 до 2008 года в 1,45 раза, и в настоящее время энергоёмкость российского валового внутреннего продукта выше среднего показателя стран Евросоюза в 3 раза [2]. Высокие энергозатраты значительно уменьшают эффективность и конкурентоспособность российской экономики: повышаются тарифы на тепловую и электрическую энергию, снижается жизненный уровень населения, исчезают стимулы к развитию реального производства, к вложению инвестиций в инновационные проекты. По данным рабочей группы Госсовета есть возможность снизить потребление энергоресурсов и энергии в стране более чем на 45%. При этом капиталовложения, необходимые для реализации энергосберегающих мероприятий в три раза меньше, чем альтернативные капитальные вложения, требуемые для наращивания производства такого же количества энергии [3].

Основные проблемы анализа энергетической энергоэффективности регионов:

- неравномерное распределение природных топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) по территории страны;
- неоднородные региональные природно-климатические и социально-экономические условия;
- различия в региональном спросе на энергоносители и уровень их потерь;
- различная структура потребителей энергии;
- различный потенциал энергосбережения в регионах.

Одним из способов улучшения энергетического состояния являются программы в области

энергосбережения и повышения энергоэффективности в муниципальных образованиях и субъектах Российской Федерации. Такие программы должны разрабатываться с учетом результатов анализа текущей ситуации с энергетической эффективностью на местах. Сложность такого анализа заключается в неоднозначности оценки различных факторов, влияющих на энергоэффективность, и их влияния на нее, а также в различии территориальных образований (ТО) по климатическим, социально-экономическим и другим условиям, которые необходимо учитывать при оценке уровня энергетической эффективности.

В соответствии с изложенным актуальной является проблема разработки информационной системы для анализа ситуации с энергосбережением в территориальных образованиях с целью выработки направлений повышения энергоэффективности. Созданная информационная система реализует методику факторно-целевого анализа, основанную на методологии иерархических гибридных когнитивных карт [4, 5]. Методика предполагает: построение иерархии когнитивных карт, отражающих влияние различных факторов на энергоэффективность; выделение групп территориальных образований с похожими условиями путем нечеткой кластеризации; получение лингвистических оценок факторов путем интерпретации значений индикаторов.

Описание информационной системы

Объектом анализа энергетической эффективности являются территориальные образования (ТО), например, субъекты РФ или муниципальные образования. На начальном этапе создания проекта происходит выбор необходимого множества ТО. После чего нужно построить когнитивную карту, предназначенную для описания ситуации в сфере энергетической эффективности.

Основными элементами когнитивной карты являются факторы и индикаторы. Фактор – это некоторое свойство системы, оцениваемое на качественном уровне. Индикатор – измеримый показатель, характеризующий тот или иной фактор. Для связи фактора с индикаторами используется отношение ассоциации. Между факторами устанавливается отношение влияния. Сила влияния оценивается действительным числом в интервале от -1 до 1. Каждая карта должна включать как целевые факторы, отражающие

интегрированные оценки состояния системы (подсистемы), так и управляемые, на которые можно непосредственно воздействовать, а также внешние, описывающие социально-экономические, инфраструктурные, природно-географические особенности территориальных образований. Если влияющих факторов много, они могут быть вынесены на поддиаграммы – когнитивные карты нижнего уровня. Фактор, к которому «прикреплена» дочерняя карта, становится целевым на этой карте [4, 5].

Для построения когнитивных карт в информационной системе реализован специализированный редактор (рис. 1).

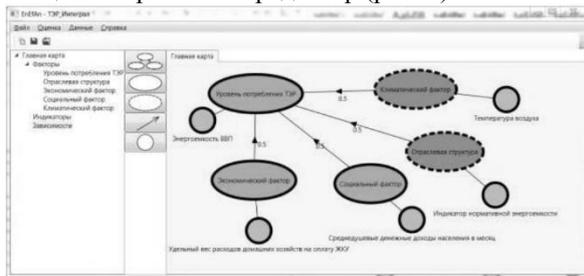


Рис. 1. Интерфейс редактора когнитивной карты

Редактор позволяет добавлять, перемещать, удалять элементы карты, связывать их, создавать подкарты. Для любого элемента карты можно вызвать окно спецификации и ввести его описание, например, для фактора вводится наименование, лингвистические значения, способ вычисления оценки.

Исходными данными для оценки факторов выступают значения индикаторов, характеризующие территориальные образования в различные периоды времени (годы). Данные вводятся пользователем в системе или загружаются из таблиц MS Excel и хранятся в базе данных.

Для анализа ситуации и оценки факторов в системе предусмотрено два режима: оценка всех факторов заданной подсистемы для выбранного территориального образования и выбранного периода времени; оценка состояния одного фактора для множества территориальных образований и выбранного периода времени.

Процедура оценивания факторов осуществляется в три этапа [5].

На первом этапе происходит оценка факторов без учета внешних ограничений. Это могут быть как внешние факторы, так и управляемые, но на которые внешние не оказывают влияния. Оценка строится с помощью процедуры нечеткой кластеризации в пространстве значений индикаторов по алгоритму Густафсона-Кесселя. Каждому полученному кластеру, в зависимости от его расположения, присваивается имя из определенного пользователем ранее списка лингвистических значений для данного фактора. Таким образом, оценкой ТО является имя кластера,

в который оно попало и степень принадлежности ему.

На втором этапе оцениваются факторы с учетом внешних ограничений, т.е. те, на которые влияют внешние факторы. Получение оценок аналогично первому этапу, но процедура кластеризации запускается отдельно для каждого кластера, полученного при оценке внешнего фактора. Это позволяет выделять подгруппы территориальных образований с приблизительно одинаковым состоянием оцениваемого фактора в рамках групп ТО с сопоставимыми внешними условиями. Например, при оценке по фактору «уровень теплопотребления» выделяются кластеры ТО с именами "низкий", "средний" и "высокий" отдельно для групп с благоприятными, умеренными и суровыми климатическими условиями.

На третьем этапе оцениваются факторы, не имеющие связанных индикаторов. Для каждого фактора, влияющего на оцениваемый фактор, рассчитывается числовая оценка путем свертки нормированных значений индикаторов, при этом в качестве весов используются коэффициенты соответствия индикаторов фактору. Затем производится свертка оценок влияющих факторов, весовыми коэффициентами выступают нормированные оценки силы влияния. Полученная числовая оценка переводится в лингвистическую на основе фаззификации по функциям принадлежности для заданного набора термов.

Результаты оценки множества факторов для одного ТО представляются либо в виде таблицы, в которой для каждого фактора указывается оценка и степень принадлежности, либо в виде дерева причин. Дерево причин формируется на основе когнитивной карты путем сопоставления каждому фактору вычисленной оценки его состояния (рис. 2).

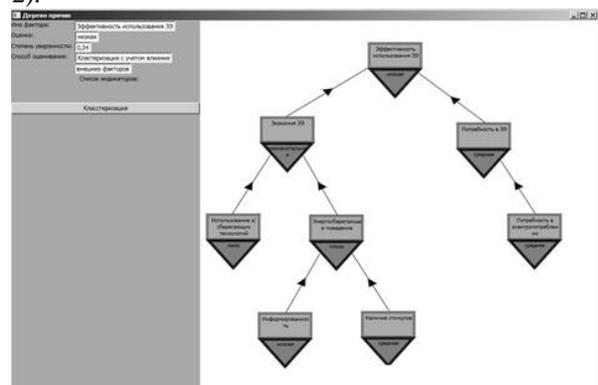


Рис. 2. Дерево причин

Пользователь может выбрать любой элемент дерева причин и получить объяснения, как была получена оценка для этого элемента, на основе каких данных.

Результаты оценивания состояния одного фактора для множества территориальных образований могут быть представлены в виде:

- таблицы, в которой для каждого ТО указывается оценка фактора и степень принадлежности;
- картограммы, которая позволяет отобразить выбранные ТО на географической карте закрашенными в цвет, соответствующий полученной оценке фактора;
- гистограммы, которая позволяет сравнить значения индикаторов, связанных с оцениваемым фактором, для выбранных ТО.

Информационная система реализована на платформе Microsoft .Net Framework с использованием технологии Windows Presentation Foundation (WPF). В системе реализована возможность сериализации/десериализации проекта в XML-документ. Исходные данные для системы, которые являются значениями индикаторов, хранятся на удаленной СУБД MySQL.

В настоящее время разрабатываются дополнительные модули, в частности, модуль оценки силы влияния факторов друг на друга, реализующий подход, основанный на регрессионном анализе и методе главных компонент, а также модуль анализа изменения и развития ситуации в сфере энергоэффективности.

Заключение

Разработанная информационная система позволяет автоматизировать выполнение процедуры анализа уровня энергетической эффективности. Система помогает не только оценить уровень энергоэффективности, но и понять причины, повлиявшие на достижение этого уровня. При этом сокращается время, затрачиваемое на проведение анализа, и повышается качество за счет возможности учета климатических и социально-экономических особенностей различных территориальных образований, а также учета неопределенностей, возникающих при интерпретации данных, характеризующих состояние энергоэффективности. Информационная система может быть полезна органам власти субъектов РФ и муниципальных районов для обоснования принятия решений по повышению энергетической эффективности при формировании программ энергосбережения.

Список использованных источников

1. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ (ред. от 08.05.2010 № 83-ФЗ, от 27.07.2010 № 191-ФЗ, от 11.07.2011 № 200-ФЗ, от 18.07.2011 № 242-ФЗ). Собрание законодательства Российской Федерации. - 2009 г. - № 48. - С. 5711.
2. Актуальность энергосбережения для предприятий [Электронный ресурс]. – Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. – Режим доступа к сайту: http://gisee.ru/business/actual_articles (дата обращения: 25.10.2015)
3. Гаврилова, А.А., Повышение эффективности управления энергетическим комплексом как фактор социально-экономического развития Поволжского региона. / А.А. Гаврилова, А.Г. Салов. // Специальный выпуск журнала Интеллект, инновации, инвестиции по материалам международного форума «Россия как трансформирующееся общество: экономика, культура, управление» – Оренбург., 2011. – С. 24-29.
4. Силич М.П., Силич В.А., Аксенов С.В. Анализ энергетической эффективности территорий на основе иерархии гибридных когнитивных карт // Известия Томского политехнического университета. – 2013. – № 5. – С. 26-32.
5. Грибков Е.И., Силич М.П. Оценка факторов энергетической эффективности на основе анализа гибридной когнитивной карты // Инженерные исследования и достижения – основа инновационного развития: Мат-лы IV Всерос. науч.-техн. конф. 27-28 ноября 2014 г. / Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск, 2014. – С.334-338.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 13-07-00397а.

КАЛИБРОВКА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ ДЛЯ АНАЛИЗА ПАРАМЕТРОВ МОЩНЫХ СВЧ ИМПУЛЬСОВ

Богданов Д. Д.

Научный руководитель: Гальченко В. Г.

Томский Политехнический университет, Институт Кибернетики, кафедра ПМИИ.
danila00000@Gmail.com

Калибровка измерительных каналов прохождения СВЧ импульсов, проходящих по различным элементам экспериментальной установки, является важной задачей для количественной оценки параметров импульсов при проведении экспериментальных исследований. Существующие программы калибровки измерительных каналов имеют существенный недостаток, связанный с необходимостью ввода множества дополнительных параметров непосредственно в программу, если осуществляется модернизация исследовательской установки. В работе представлено программное обеспечение, реализованное в среде Qt 4.5 C++, которое существенно упрощает процедуру ввода исходных данных для калибровки за счет использования диалогового режима определения соответствующих параметров среды прохождения СВЧ импульса.

Ключевые слова: калибровка, измерительные каналы, СВЧ импульс, программное обеспечение, среда Qt 4.5 C++, параметры СВЧ импульса

ВВЕДЕНИЕ

В работе [1] описана калибровка линейного и нелинейного детекторов. Дискретные значения напряжений с двух датчиков используются для получения градуировочных кривых.

Обработка экспериментальных данных градуировки, полученных с помощью цифровых осциллографов, проводилась с помощью программного обеспечения, созданного в среде MathCad. Для экспериментатора данное программное обеспечение является весьма неудобным, так как требует ввода дополнительных параметров непосредственно в программу при изменении параметров среды, по которой проходят СВЧ импульсы.

В данной работе для калибровки данных представлено программное обеспечение в среде Qt 4.5 C++ [2]. В отличие от программы в среде MathCad все необходимые дополнительные данные вводятся из таблицы, которая создается из файла входных параметров [3].

КАЛИБРОВКА ДЕТЕКТОРОВ СВЧ ИМПУЛЬСОВ

Схема калибровки приемных детекторов приведена на рис. 1. Импульсы от калибровочного СВЧ генератора, работающего в периодическом режиме, через коаксиально-волновой переход,

аттенюаторы, и другие элементы экспериментальной установки поступают на два СВЧ детектора – линейный детектор, нелинейный детектор и регистрируются двухканальным цифровым осциллографом. С помощью СВЧ генератора формируются импульсы заданной амплитуды на частотах от 2700 МГц до 3700 МГц с шагом 100 МГц, т.е. 11 частот градуировки. При этом, для каждой частоты градуировки с помощью СВЧ генератора формировалось 8 уровней сигнала. Напряжение на выходе линейного и нелинейного детектора на данных частотах СВЧ импульсов записывалось с помощью двухканального осциллографа в два файла. Таким образом, в процессе градуировки с каждого датчика снималось 88 значений, которые использовались для получения градуировочных кривых для линейного и нелинейного детекторов.

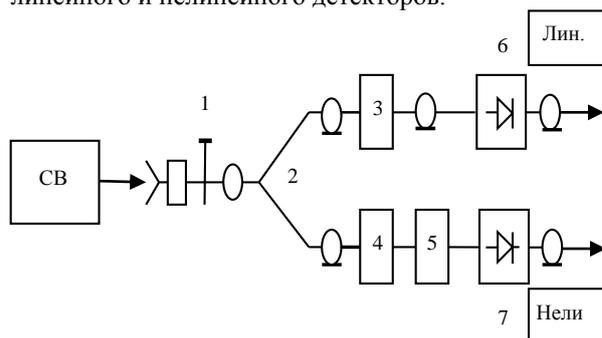


Рисунок 1 - Схема калибровки приемных детекторов

1-коаксиально-волновой переход; 2-тройник; 3,4-фиксированный аттенюатор; 5-заградительный аттенюатор; 6,7-детекторные головки

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА КАЛИБРОВКИ

Как показали исследования [1], градуировочные кривые линейного и нелинейного детекторов хорошо описываются полиномом 6 порядка, при этом существенно значимыми являются коэффициенты при 1, 2, 5, 6 степени полинома. Таким образом, градуировочный полином на фиксированной частоте, для заданного уровня импульса с СВЧ генератора можно представить в виде:

$$F(x) = a_1 \cdot x + a_2 \cdot x^2 + a_5 \cdot x^5 + a_6 \cdot x^6, (1)$$

где a_1, a_2, a_5, a_6 - неизвестные коэффициенты, x - значение сигнала детектора калибровки на частоте, для которой производится градуировка.

Для нахождения коэффициентов полинома калибровки по полученным экспериментальным данным, используется метод наименьших квадратов. С этой целью формируется функционал наименьших квадратов для линейного детектора, для каждой частоты в виде:

$$F_1 = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^8 \left(U_{jld} - (a_{1i}x_j + a_{2i}x_j^2 + a_{5i}x_j^5 + a_{6i}x_j^6) \right)^2 \rightarrow \min, \quad (2)$$

где 8 – количество уровней импульса с СВЧ генератора,

U_{jld} – дискретные значения напряжений с линейного детектора на фиксированной частоте для j – уровня импульса с СВЧ генератора, a_1, a_2, a_5, a_6 – градуировочные коэффициенты для линейного детектора на фиксированной частоте, i – номер градуировочного коэффициента для линейного детектора на заданной частоте,

x_j – амплитуда СВЧ импульса на частоте, для которой производится градуировка, j – номер уровня импульса с СВЧ генератора.

Функционал наименьших квадратов для нелинейного детектора для каждой частоты записывается в виде:

$$F_2 = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^8 \left(U_{jnd} - (b_{1i}y_j + b_{2i}y_j^2 + b_{5i}y_j^5 + b_{6i}y_j^6) \right)^2 \rightarrow \min, \quad (3)$$

где:

U_{jnd} – дискретные значения напряжений с нелинейного детектора на фиксированной частоте для j – уровня импульса с СВЧ генератора, b_1, b_2, b_5, b_6 – градуировочные коэффициенты для нелинейного детектора на фиксированной частоте, i – номер градуировочного коэффициента для нелинейного детектора на заданной частоте,

y_j – амплитуда СВЧ импульса на частоте, для которой производится градуировка нелинейного детектора, j – номер уровня импульса с СВЧ генератора.

Функционал достигает минимального значения при равенстве нулю частных производных от функционала по неизвестным коэффициентам:

$$\frac{\partial F_1}{\partial a_{1i}} = 0; \frac{\partial F_1}{\partial a_{2i}} = 0; \frac{\partial F_1}{\partial a_{5i}} = 0; \frac{\partial F_1}{\partial a_{6i}} = 0 -$$

для линейного детектора.

Отсюда получим систему линейных уравнений для нахождения 4-х градуировочных

коэффициентов для линейного детектора на каждой из 11 частот:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^8 U_{jld} x_j &= \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^8 (a_{1i}x_j + a_{2i}x_j^2 + a_{5i}x_j^5 + a_{6i}x_j^6) \cdot x_j; \\ \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^8 U_{jld} x_j^2 &= \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^8 (a_{1i}x_j + a_{2i}x_j^2 + a_{5i}x_j^5 + a_{6i}x_j^6) \cdot x_j^2; \\ \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^8 U_{jld} x_j^5 &= \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^8 (a_{1i}x_j + a_{2i}x_j^2 + a_{5i}x_j^5 + a_{6i}x_j^6) \cdot x_j^5; \\ \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^8 U_{jld} x_j^6 &= \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^8 (a_{1i}x_j + a_{2i}x_j^2 + a_{5i}x_j^5 + a_{6i}x_j^6) \cdot x_j^6. \end{aligned} \quad (4)$$

Аналогично, для нелинейного детектора на каждой частоте:

$$\frac{\partial F_2}{\partial b_{1i}} = 0; \frac{\partial F_2}{\partial b_{2i}} = 0; \frac{\partial F_2}{\partial b_{5i}} = 0; \frac{\partial F_2}{\partial b_{6i}} = 0.$$

Отсюда получим систему линейных уравнений для нахождения 4-х градуировочных коэффициентов для нелинейного детектора на каждой из 11 частот:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^8 U_{jnd} y_j &= \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^8 (b_{1i}y_j + b_{2i}y_j^2 + b_{5i}y_j^5 + b_{6i}y_j^6) \cdot y_j; \\ \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^8 U_{jnd} y_j^2 &= \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^8 (b_{1i}y_j + b_{2i}y_j^2 + b_{5i}y_j^5 + b_{6i}y_j^6) \cdot y_j^2; \\ \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^8 U_{jnd} y_j^5 &= \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^8 (b_{1i}y_j + b_{2i}y_j^2 + b_{5i}y_j^5 + b_{6i}y_j^6) \cdot y_j^5; \\ \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^8 U_{jnd} y_j^6 &= \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^8 (b_{1i}y_j + b_{2i}y_j^2 + b_{5i}y_j^5 + b_{6i}y_j^6) \cdot y_j^6. \end{aligned} \quad (5)$$

Решение систем уравнений (4), (5) дает возможность получить 2 матрицы градуировочных коэффициентов, размером (4x11) – 4 коэффициента для каждой из 11 частот калибровки, для линейного и нелинейного детекторов.

Литература

1. Бабичев Д.А., Шиян В.П., Мельников Г.В. Измеритель частотного состава мощных СВЧ импульсов наносекундной длительности. Приборы и техника эксперимента, №3, 2003. С 93-96.
2. Qt4.5 C++. Профессиональное программирование на C++. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 896 с.
3. Косицын В.С., Гальченко В.Г., Гладкова Т.А. Программно-информационное обеспечение оценки параметров мощных СВЧ импульсов // Известия Томского политехнического университета. – 2013. – т. 322. – № 5. – С. 205-208

ФОРМИРОВАНИЕ РАСПИСАНИЯ ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА С ПОМОЩЬЮ МУРАВЬИНОГО АЛГОРИТМА

Е. С. Горохова, Е. А. Кочегурова

Томский политехнический университет, Отдел элитного образования
gorokhovaES@mail.ru

Введение

В настоящее время в г. Томск транспортная ситуация далека от идеальной. Наблюдается значительное увеличение спроса на услуги городского транспорта в часы пик (1). При этом в Томске зарегистрировано 603 юридических лица, занимающихся пассажироперевозками. Такое большое количество организаций осложняет процесс контроля и управления пассажирскими перевозками в городе. Часть маршрутов дублируется, центральные улицы постоянно загружены. (2). В связи с этим, задача построения расписания городского пассажирского транспорта является актуальной и должна быть решена в рамках более крупной задачи формирования маршрутной сети города.

Для решения задачи построения расписания могут использоваться следующие методы (3):

- эвристические алгоритмы;
- метод динамического программирования;
- метод ветвей и границ;
- метаэвристические методы;
- графический метод.

Наиболее эффективными признаны метаэвристические алгоритмы. В данной работе исследуется применение муравьиного алгоритма для оптимизации расписания городского пассажирского транспорта в г. Томске.

Постановка задачи

Необходимо составить расписание движения городского транспорта, обеспечивающее максимальную удовлетворенность пассажиров и пассажироперевозчиков одновременно.

Главным требованием, предъявляемым пассажирами, является минимизация времени перемещения от одной остановки до другой.

$$\sum_{i,j} (tw_i^j + \sum_{k=i}^l \Delta t_k^j) \rightarrow \min$$

где i – остановка отправления,

l – остановка прибытия,

j – номер маршрута,

tw_i^j – время ожидания автобуса j -го маршрута на i -й остановке,

Δt_k^j – время движения автобуса между остановками k до $(k+1)$ -й остановки на маршруте j .

Для пассажироперевозчиков важна, в первую очередь, экономическая выгода от предпринимательской деятельности. Они заинтересованы в максимизации прибыли.

Однако, принимая во внимание, что цены на городской транспорт контролируются муниципалитетом, увеличение прибыли возможно только за счет снижения издержек или увеличения пассажиропотока. К издержкам относятся затраты на топливо, содержание и текущий ремонт автобусов. Таким образом, необходимо минимизировать количество автобусов на маршрутах при наибольшем объеме перевозок.

$$\sum_j N_j + M \rightarrow \min$$

где j – номер маршрута,

N_j – количество единиц транспорта на i -м маршруте,

M – количество резервных единиц транспорта.

$$\sum_{i,j} pass_i^j \rightarrow \max$$

где i – порядковый номер автобуса,

j – номер маршрута,

$pass_i^j$ – количество пассажиров в i -м автобусе j -го маршрута.

Также при составлении расписания необходимо учитывать, что в разные времена года, в разное время суток, а также в зависимости от того, является день будним, выходным или праздничным, интенсивность дорожного движения различается. Кроме того, изменения присущи объему пассажиропотока. Это сказывается на времени движения между остановками.

Для решения поставленной задачи необходимо определить:

- Количество единиц транспорта (автобусов, троллейбусов, трамваев):

- Время начала движения j -го автобуса на i -м маршруте $t_{start}^{i,j}$;

- Время окончания движения j -го автобуса на i -м маршруте $t_{end}^{i,j}$;

Муравьиный алгоритм

Как известно, муравьи живут в коллективах – колониях. Число муравьев в одной колонии может достигать нескольких миллионов особей. При этом действия муравьев при поиске пищи, преодолении препятствий, строительстве муравейника зачастую являются теоретически оптимальными или близкими к ним (4). Основу поведения муравьев составляет самоорганизация. Используется случайность, многократность, положительная и отрицательная обратная связь (5). Так, для передачи информации используется феромон – специальный секрет, откладываемый на тропе при

перемещении муравья. Чем выше концентрация феромона на тропе, тем больше муравьев будет по ней двигаться. По прошествии определенного времени оставленный муравьем след испаряется. Это позволяет корректировать маршруты при изменениях внешней среды.

Адаптируя муравьиный алгоритм к задаче составления расписания пассажироперевозок, можно получить следующие утверждения.

- След феромона. Феромон откладывается там, где проехал автобус. Выбор величины оставленного феромона опирается на количестве пассажиров, которых автобус собрал на остановках. Пусть для каждой остановки j на маршруте i в текущий момент времени количество феромона составляет $F_{i,j}$.

- Феромон испаряется с течением времени с некоторой заданной скоростью.

- Список табу – список запрещенных вариантов действий. Значения интервалов движения между соседними остановками не могут быть слишком короткими, поскольку автобус должен успеть доехать до следующей остановки, и не могут быть слишком длинными, потому что в этом случае замедленное движение автобуса создаст проблемы другим участникам дорожного движения, приведет к созданию заторов и т.д. $T_{j1,j2}$ – табу для движения между остановками $j1$ и $j2$.

- Видимость – локальная информация, которая выражает желание автобуса потратить на проезд между остановками именно такое количество времени. Оптимальное время рассчитывается в соответствии с физическим состоянием дороги. Также возможны различные отклонения от него. Предполагается, что чем больше отклонение, тем меньше желание выбрать именно это время движения.

$$\eta(i, j) = \frac{1}{|\Delta t(i, j)_{\text{действ}} - \Delta t(i, j)_{\text{опт}}|}$$

где i – номер маршрута,

j – начальная остановка,

$\Delta t(i, j)_{\text{действ}}$ – действительное время перемещения между остановками j и $j+1$,

$\Delta t(i, j)_{\text{опт}}$ – оптимальное время перемещения между остановками j и $j+1$,

- Разные варианты расписания появляются при регулировании вклада двух параметров: видимости и следа феромона. Также необходимо задавать время испарения феромона.

Ключевым моментом алгоритма является выбор длительности движения до следующей остановки. По умолчанию движение происходит с наиболее удобной скоростью $\Delta t(i, j)_{\text{опт}}$. Она высчитана на основе имеющейся информации о пассажироперевозках в Томске. Кроме того, с вероятностью $P(\Delta t_{i,j}[k])$ автобус принимает решение ехать с другой скоростью.

$$P(\Delta t_{i,j}[k]) = \frac{F_{i,j}(t)^\alpha \eta_k(i, j)^\beta}{\sum_{i \in T_{i,j+1}} \eta_i(i, j)^\beta}$$

Здесь i – номер маршрута

j – номер остановки в маршруте

$j+1$ – номер следующей остановки

k – номер варианта интервала времени движения между остановками, из допустимых

l – номера вариантов интервала времени движений между остановками

α – весовой коэффициент для феромона

β – весовой коэффициент для видимости

В конце рабочего дня необходимо рассчитать, сколько пассажиров было перевезено и сколько автобусо-часов потрачено. На основании анализа полученных данных принимается решение, эффективнее ли сработал алгоритм, чем заранее заданное расписание. Необходимо использовать алгоритм на протяжении нескольких дней, чтобы повысить его эффективность.

Заключение

В результате работы была исследована проблема составления эффективного расписания в г. Томске. Были изучены современные методы составления расписаний. Выбранный метод адаптирован для применения в задаче составления расписания городского пассажирского транспорта. Его использование поможет улучшить эффективность существующего расписания городского пассажирского транспорта.

Список использованных источников

1. Yurchenko, E. Kochegurova, A. Fadeev, and A. Piletskya. Calculation of performance indicators for passenger transport based on telemetry informatio. Engineering Technology, Engineering Education and Engineering Management. - CRC Press .-2015.- Pages 847–851.

2. Таловская М.А., Фадеев А.С., Кочегурова Е.А. Расчет эксплуатационных показателей маршрутов городского пассажирского транспорта для предпроектного и инспекционного анализа (на примере города Томска). «Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ)» 2014. № 1. 8с.

3. Лазарев А.А., Гафаров Е.Р. Теория расписаний. Задачи и алгоритмы. Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (МГУ) 2011. 222 с.

4. Штовба С.Д. Муравьиные алгоритмы. Exponenta Pro. Математика в приложениях. 2004. №4. С.70-75.

5. Тим Джонс. Программирование искусственного интеллекта в приложениях. Пер. с англ. Осипов А.И., М.: ДМК - Пресс, 2004. С. 63-8

РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Сергеева Ю.С., Рыбалка С.А.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
sers-s@mail.ru

Введение

Геодезическо-маркшейдерские работы являются ответственным процессом на всех этапах строительства метрополитенов, тоннельных путепроводов, карьеров по добыче полезного ископаемого и т.п. Для качественного и эффективного маркшейдерского обеспечения работ используются геодезические приборы, обеспечивающие необходимую точность и оперативная и качественная обработка результатов [1, 2].

Целью работы является выработка единого подхода к решению различных задач геодезии независимо от природы исходных данных – угловые или дистанционные. В статье рассматриваются способы решения классических задач геодезии на плоскости методами аналитической геометрии и линейной алгебры.

Решение задачи с угловыми измерениями

Рассмотрим классическую задачу геодезии, приведенную в [1, 2].

Задача. Даны два угловых измерения от двух точек X_1 и X_2 , с известными координатами, на точку X , с неизвестными координатами. Требуется определить координаты точки X .

В [1, 2] приводится решение такой задачи через использование тригонометрических функций. Будем полагать, что все измерения произведены на плоскости, а углы и координаты заданы в декартовой системе координат.

Пусть при наблюдении из точки X_1 на точку X был получен полярный угол α_1 . Тогда исходная точка X_1 может быть записана как вектор-столбец: $X_1 = \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \end{pmatrix}$, а неизвестная точка

вектором $X = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$. А угол наблюдения α_1 может

быть выражен вектором $P_1 = \begin{pmatrix} x_{p1} \\ y_{p1} \end{pmatrix}$ или

$P_1 = \begin{pmatrix} \cos \alpha_1 \\ \sin \alpha_1 \end{pmatrix}$. Не имеет значения какова длина

такого вектора, существенно лишь направление, определяемое таким вектором, то есть важно соотношение компонентов x_{p1} и y_{p1} и их знаки.

Тогда координаты неизвестной точки X будут вычисляться как

$$X = X_1 + c_1 P_1. \quad (1)$$

Аналогично при наблюдении из точки X_2 на точку X под углом α_2 будут получены данные:

$$X_2 = \begin{pmatrix} x_2 \\ y_2 \end{pmatrix}, \quad P_2 = \begin{pmatrix} x_{p2} \\ y_{p2} \end{pmatrix}, \quad \text{координаты неизвестной}$$

точки X будут вычисляться как

$$X = X_2 + c_2 P_2. \quad (2)$$

Из уравнений (1) и (2) видно, что правые части равны и можно получить, что

$$X_1 + c_1 P_1 = X_2 + c_2 P_2. \quad (3)$$

Уравнение (3) можно переписать в другом виде

$$X_2 - X_1 = c_1 P_1 - c_2 P_2 \quad (4)$$

или

$$X_2 - X_1 = P \begin{pmatrix} c_1 \\ -c_2 \end{pmatrix}. \quad (5)$$

Здесь P – матрица, сформированная как вектор-строка состоящий из столбцов P_1 и P_2 :

$$P = \left(\begin{pmatrix} x_{p1} \\ y_{p1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{p2} \\ y_{p2} \end{pmatrix} \right).$$

Не изменяя уравнения (5), вектор коэффициентов $\begin{pmatrix} c_1 \\ -c_2 \end{pmatrix}$ в правой части, можно

искусственно записать как произведение $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \end{pmatrix}$ или $I' \cdot C$, где $C = \begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \end{pmatrix}$ – вектор-

столбец коэффициентов, а $I' = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$ – инволютивная матрица¹.

Тогда уравнение (4) можно записать в виде

$$X_2 - X_1 = P \cdot I' \cdot C. \quad (6)$$

Умножая обе части уравнения (6) на матрицу P^{-1} (обратную к P) и на I' (то есть обратную к I') получаем, что вектор коэффициентов C определяется как

$$C = I' \cdot P^{-1} \cdot (X_2 - X_1).$$

После вычисления значений вектора C координаты новой точки X можно определять как из уравнения (1), так и (2).

В случае, если углы α_1 и α_2 измерялись от неизвестной точки X на точки с известными

¹ Инволютивная матрица – матрица A совпадающая со своей обратной A^{-1} , то есть $AA = I$.

координатами X_1 и X_2 , можно получить решение совпадающее с приведенным.

Решение задачи как системы линейных уравнений

Решение той же задачи может быть сведено к построению системы линейных уравнений и ее решению.

Пусть как и ранее неизвестная точка X наблюдается из точек X_1 и X_2 вдоль векторов P_1 и P_2 соответственно. Тогда точка X является точкой пересечения лучей коллинеарных векторам P_1 и P_2 исходящих из точек X_1 и X_2 соответственно. Такие прямые могут быть описаны в неявном виде. Система линейных уравнений пересечения двух таких прямых можно записать в виде

$$\begin{cases} N_1^T (X - X_1) = 0 \\ N_2^T (X - X_2) = 0 \end{cases}$$

где N_1, N_2 – векторы нормали к прямым проходящим через пары точек (X, X_1) и (X, X_2) . Такие векторы можно получить путем поворота векторов P_1 и P_2 на угол $\pi/2$. В матричном виде эту систему можно записать как

$$N \cdot X = B,$$

где матрица $N = \begin{pmatrix} N_1^T \\ N_2^T \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -y_{p1} & x_{p1} \\ -y_{p2} & x_{p2} \end{pmatrix}$, а вектор

$$B = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_{p1}y_1 - y_{p1}x_1 \\ x_{p2}y_2 - y_{p2}x_2 \end{pmatrix}. \text{ Если определитель}$$

матрицы N отличен от нуля, то система линейных уравнений является невырожденной и имеет единственное решение которое может быть записано как

$$X = N^{-1} \cdot B,$$

где N^{-1} матрица обратная к N . В случае если матрица двумерная, то обратная матрица записывается в виде [3]

$$N^{-1} = \frac{1}{x_{p1}y_{p2} - x_{p2}y_{p1}} \begin{pmatrix} x_{p2} & -x_{p1} \\ y_{p2} & -y_{p1} \end{pmatrix}.$$

Решение задачи с дистанционными измерениями

Рассмотрим другую задачу геодезии, приведенную в [1, 2].

Задача. Даны два дистанционных измерения от двух точек X_1 и X_2 , с известными координатами, на точку X с неизвестными координатами. Требуется определить координаты точки X .

Как и в предыдущем случае будем считать, что все координаты заданы в декартовой системе координат. При такой постановке задачи точка X находится на пересечении двух окружностей с

центрами в точках X_1 и X_2 . Такой подход дает квадратное уравнение и, как результат, два решения одно из которых истинное, а второе ложное. В данной работе решение ищется из треугольника образованного точками X_1, X_2, X . Введем обозначение

$$R_3 = |X_2 - X_1| = A + B,$$

где A и B – дистанции до точки O от точек X_1 и X_2 соответственно. Решение можно найти исходя из того, что исходные точки X_1 и X_2 , и искомая точка X , в купе с точкой O , образуют два прямоугольных треугольника. Используя введенные обозначения, можно записать

$$R_1^2 - (X - O)^T (X - O) = A^2, \quad (7)$$

$$R_2^2 - (X - O)^T (X - O) = B^2. \quad (8)$$

Определяя разность между уравнениями (7) и (8) получаем, и разлагая разность квадратов получаем, что

$$A = \frac{(R_1^2 - R_2^2 + R_3^2)}{2R_3}.$$

Определив скаляр A можно найти координаты точки O по формуле

$$O = X_1 + A \cdot \frac{X_2 - X_1}{|X_2 - X_1|},$$

где $|X_2 - X_1|$ – норма вектора $X_2 - X_1$, скалярная величина.

Координаты искомой точки X будут определяться из того условия, что точки X_1, O, X являются вершинами прямоугольного треугольника. Тогда получаем скаляр $C = |X - O|$ как

$$A^2 + C^2 = R_1^2 \rightarrow C = \sqrt{R_1^2 - A^2}.$$

Конечная точка X определяется как сумма векторов $X_1, (O - X_1)$ и $(X - O)$

$$X = X_1 + A \cdot \frac{X_2 - X_1}{|X_2 - X_1|} + C \cdot \frac{V \cdot (X_2 - X_1)}{|X_2 - X_1|}.$$

Заключение

Предлагаемые в статье методы решения планарных геодезических задач основаны на методах аналитической геометрии и линейно-алгебраических преобразованиях. Проведение расчетов на тестовых данных подтвердили теоретические выкладки, полученные в работе.

Список использованных источников

1. Куштин И.Ф., Куштин В.И. Инженерная геодезия. – Ростов-н/Д.: Феникс, 2002. – 416 с.
2. Поклад Г.Г., Гриднев С.П. Геодезия. – М.: Академический проект, 2007. – 592 с.
3. Бронштейн И.Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. – М.: Лань, 2010. – 608 с.

АДАПТИВНЫЙ ФИЛЬТР ОБРАБОТКИ ПОДВОДНЫХ СНИМКОВ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Максимова Е.И.

Томский политехнический университет, Отдел элитного образования
yelenamaksimova@yandex.ru

Введение

Автономный необитаемый подводный аппарат разработан для выполнения двух важных задач: обнаружения и распознавания объектов в водной среде. Водная среда, в которой находится аппарат, как правило, имеет ряд особенностей, которые препятствуют качественному обнаружению объектов на выполненных снимках. В общем случае для облегчения задач компьютерного зрения изображения с фотокамеры подвергаются предварительной обработке с целью более четкого выделения границ объектов на фоне остальных участков изображения и рассеивания нежелательных эффектов, таких как мутная вода, блики или тени.

В схожих по функциональности системах стадии обнаружения и классификации выполняются после предварительной обработки снимка [1]. С целью повышения быстродействия анализа снимка, сделанного автономным необитаемым подводным аппаратом, возникает необходимость в разработке некоторого адаптивного фильтра обработки изображений, который одновременно учитывал бы особенности подводных снимков и выполнял обнаружения границ объектов.

Предложенный метод

В данной работе предлагается выполнять получение такого рода фильтра обработки изображений с использованием искусственной нейронной сети. Для обучения этой сети и апробации разработанного программного приложения, реализующего описанный подход, используется массив изображений выполненных автономным необитаемым подводным аппаратом.



Рисунок 1 - Пример снимка из базы изображений, выполненных автономным необитаемым подводным аппаратом

На изображениях, выполненных автономным необитаемым подводным аппаратом, как правило, плохо различимы объекты, рельеф морского дна, а источник освещения, размещенный на самом подводном аппарате, не позволяет разглядеть объекты в нижней части изображения.

Фильтр обработки изображения задается своим ядром – матрицей, последовательное применение которой к каждому из положений наложения на матрице исходного изображения позволяет получить итоговое изображение.

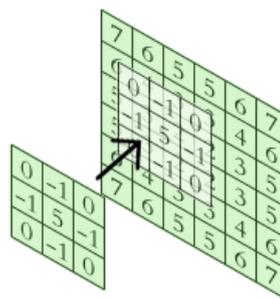


Рисунок 2 - Визуализация принципа фильтрации изображения

При использовании искусственной нейронной сети можно получать фильтр, способный адаптироваться под каждый пиксел изображения и его окружение, а не фильтр, ядро которого будет неизменно для всего изображения.

В качестве фильтра, который необходимо получить с использованием искусственной нейронной сети был выбран фильтр выделения границ объектов, находящихся в условиях плохой видимости и излишне большой или излишне маленькой освещенности [2]. Полученное в результате такой фильтрации изображение можно будет применить для последующей обработки исходного изображения.

Скорость обучения искусственной нейронной сети существенно зависит от количества выходных нейронов, которое, в свою очередь, равняется количеству элементов в ядре фильтра. В общем случае ядро фильтра является квадратной матрицей нечетной размерности. Если выбрать размер матрицы равным трем, то выходной слой будет содержать лишь 9 нейронов, однако, если увеличивать сторону, то количество нейронов будет не меньше 25, что существенно усложнит процесс обучения. Таким образом, для исследования возможности применения метода было решено использовать искусственную нейронную сеть для создания фильтра размера 3×3.

Для обучения искусственной нейронной сети использовались изображения, аналогичные представленным в имеющейся базе. Для получения необходимых выходных данных использовалась информация, полученная на выходе общеизвестных фильтров выделения границ. Яркость всех пикселей, которые с использованием этих фильтров были отнесены к граничным, была повышена на некоторую величину. С помощью растрового графического редактора так же была выполнена операция повышения четкости [3, 4].

Сама используемая искусственная нейронная сеть была спроектирована с целью минимизации вычислительных затрат и максимальной простоты обучения. Была выбрана сеть прямого распространения сигнала с тремя последовательными слоями: входным, скрытым и выходным.

Для нейросетевой обработки изображения зачастую используют статистические характеристики, такие как среднее значения яркости в некоторой окрестности, среднеквадратичное отклонение яркости пикселей в этой окрестности от среднего значения и среднюю яркость пикселей всего изображения. Таким образом, для получения ядра фильтра, соответствующего каждому из пикселей изображений, необходимо подать на вход искусственной нейронной сети три числовых значения, и, следовательно, входной слой будет содержать 3 нейрона. Для ядра фильтра размера 3×3 требуется 9 нейронов выходного слоя. Количество нейронов в скрытом слое следует подбирать эмпирическим методом, исходя из результатов экспериментов. Опытным путем было подобрано оптимальное количество нейронов скрытого слоя равное 12.

При обучении описанной ранее искусственной нейронной сети на подготовленном наборе данных был получен адаптивный фильтр, который выполняет операцию «подсвечивания» границ изображения.

Пример результата работы фильтра приведен на рис. 3:



Рисунок 3. Пример результата применения полученного адаптивного фильтра

Как можно заметить, разработанная

искусственная нейронная сеть также позволяет подавлять блики от источников света.

Последующее применение изображения после подобного преобразования существенно упрощается ввиду значительного улучшения видимости предметов на фоне морского дна. В дальнейших исследованиях полученное изображение использовалось для получения маски границ объектов и для увеличения яркости отдельных областей, которые выделяются на фоне морского дна.

Полученные результаты

Была выполнена апробация алгоритма на всех изображениях имеющейся базы снимков. Алгоритм выполнил успешное подавление бликов от источника света и выделение объектов, отличных от морского дна на каждом из этих изображений.

Более того, алгоритм был опробован на изображениях, не обладающих схожей спецификой. В результате апробации было установлено, что разработанный алгоритм можно применять и для таких изображений.

Результаты тестирования алгоритма показывают, что предложенная модель подходит для решения описанной задачи и может быть в дальнейшем использована для обнаружения объектов автономным необитаемым подводным аппаратом.

Значительным преимуществом предложенного метода является его высокое быстродействие. Время получения результирующего изображения прямо пропорционально количеству синоптических связей в искусственной нейронной сети и размеру изображения. С точки зрения оценки вычислительной сложности, количество синоптических связей является константной, не влияющей на асимптотическую оценку сложности алгоритма. Следовательно, время работы предложенного метода линейно зависит от размера изображения. Что говорит о возможности его применения на самом подводном устройстве.

Список использованных источников

1. Gonzalez R.C., Woods R.E. Digital image processing. – Reading MA: Addison-Wesley, 2001. – 813 p.
2. Хрящев, Д.А. Повышение качества изображений, полученных в условиях недостаточной освещенности / Д. А. Хрящев // Инженерный вестник Дона. – 2013. – № 3.
3. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.
4. Rahman Z., Jobson D. J., Woodell G.A. Retinex Processing for Automatic Image Enhancement // Journal of Electronic Imaging. – 2004. – № 1. – P. 100-110.

РАСПОЗНАВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ, ОСНОВАННОЕ НА РАНГОВОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ИХ ПРОСТРАНСТВЕННО-ЯРКОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Петрик И.М.

Научный руководитель: Стоянов А.К.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики

imp1@tpu.ru

Введение

Распознавание изображений используется во многих случаях их использования: поиск изображений по оригиналу в Интернете, цифровые архивы и библиотеки; анализ содержания космических и аэрофотоснимков, системы технического зрения и т.д. [1]. Одной из проблем, возникающих при решении этой задачи, является поиск изображений, являющихся несколько искажёнными копиями оригинала.

Ранее в [2] была показана возможность успешного распознавания искажённых копий (нечётких дубликатов) изображения. Для распознавания было применено ранговое распределение относительных мощностей кластеров их яркости.

Пиксель любого изображения имеет три независимых характеристики – яркость и две пространственные координаты. В [2] для распознавания использована только одна из характеристик – яркость, которая была кластеризована по близким значениям. Но два изображения разных объектов могут иметь очень схожие распределения яркости пикселей, и, как следствие, после кластеризации (сегментации) они будут признаны похожими. Очевидно, это приводит к ошибкам и ограничивает возможности описанного метода

Учёт значений не только яркости, но и всех характеристик должен привести к уменьшению ошибок распознавания. В данной работе исследована возможность распознавания изображений с использованием кластеризации их пространственно-яркостных характеристик.

Кластеризация числовых характеристик

Для кластеризации пространственно-яркостных характеристик изображений был выбран многошаговый метод, который был использован ранее в [2-3] для сегментации полутоновых изображений по яркости. Этот метод обладает таким преимуществом, как отсутствие необходимости предварительного задания числа кластеров.

Метод основан на использовании для кластеризации значений яркости рекуррентной нейронной сети. Такая сеть состоит из одного слоя нейронов, каждый из которых охвачен локальной обратной связью [3].

Работа отдельного нейрона сети моделируется одномерным отображением значений входного сигнала нейрона на его активационной функции

$f(x)$. В качестве такой функции мы используем сигмоиду.

Диаграмма Ламерея (рис. 1) наглядно представляет процесс такого отображения. В процессе отображения $x_{n+1} = f(x_n)$, где n – номер текущей итерации, любое значение x , попавшее в интервал между точками A и B , достигнет устойчивой точки, с заданной точностью, за одно и то же количество итераций. Именно этим свойством и обеспечивается эффект кластеризации значений яркости изображения и, как следствие, его сегментация по яркости [2-3].

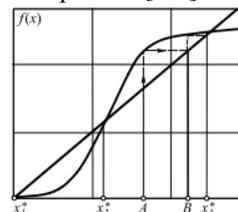


Рисунок 1 - Диаграмма Ламерея для одномерного отображения значений яркости (x_1^* и x_3^* – устойчивые точки; x_2^* – неустойчивая точка отображения)

В [2] на вход нейронов сети подаются значения яркостей пикселей изображения. Многошаговая сегментация выполняется в несколько шагов, каждый из которых использует результаты предыдущего шага в качестве входных данных. Процесс завершается после того, как энтропия изображения, полученного на очередном шаге, перестаёт меняться. Такая сегментация обеспечивает максимально упорядоченное по определённой характеристике распределение однородных областей пикселей на изображении.

В качестве характеристики изображения при распознавании в [2] используются ранговые распределения относительных мощностей выделенных кластеров его яркости. Под относительной мощностью кластера понимается доля пикселей изображения, попавших в кластер, от их общего числа. Ранговое распределение – это зависимость некоторой величины от ранга – порядкового номера в ряду её значений, упорядоченных по убыванию.

Очевидно, в нашем случае, после кластеризации пространственно-яркостных характеристик мы получим три набора кластеров: по яркости, по координатам x и y . Общий кластер должен включать в себя пиксели, одновременно отнесённые ко всем трём кластерам (яркость две координаты).

Оценка близости изображений

Для оценки близости сравниваемых изображений удобно использовать их представление в виде векторов ранговых распределений в n -мерном пространстве, где n – число рангов в распределении. Мету близости между двумя векторами изображений в n -мерном пространстве задаётся в виде угла. Пусть есть два вектора сравниваемых изображений $S = (s_1, s_2, \dots, s_n)$ и $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$. Тогда близость d_{sx} таких векторов определяется выражением:

$$d_{sx} = \arccos\left(\frac{\sum_i s_i * x_i}{|X| * |S|}\right) \quad (1)$$

где $|S|$ и $|X|$ в знаменателе соответственно длины векторов S и X , а в числителе стоит их скалярное произведение. Похожесть изображений S и X определяется с помощью решающего правила: $S \in X$, если $d_{sx} \leq \varepsilon$, где $\varepsilon \ll 1$ – наперёд заданная положительная величина.

Экспериментальные результаты

С целью проверки возможности применения кластеризации пространственно-яркостных характеристик для распознавания похожих изображений нами был проведён ряд экспериментов с изображениями в градациях серого цвета. Для сегментации использована модификация нейронной сети, описанная в [2-3].

Искажённые копии изображения создавались гауссовым размытием яркостей пикселей оригинала, выполненным с помощью растрового редактора Adobe Photoshop. На рис. 2 приведены некоторые из использованных для распознавания изображений.

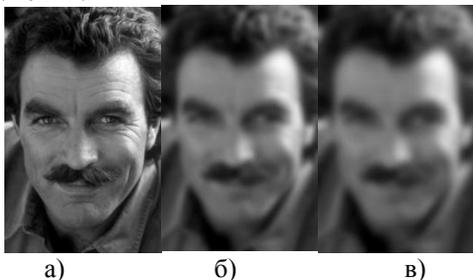


Рисунок 2 - Изображения лица мужчины: а) оригинал; б) искажённое гауссовым размытием с радиусом 6 пикселей); в) искажённое гауссовым размытием с радиусом 8 пикселей

На рис. 3 приведены ранговые распределения мощностей кластеров яркости и координат для оригинала изображения и размытых копий. По ординате откладывались относительные значения мощности кластеров, по абсциссе откладывались номера рангов кластеров.

Форма кривых на рис. 3 позволяет качественно оценить похожесть соответствующих им изображений. Видно, что хорошее совпадение распределений оригинала изображения и его копий наблюдается для значений радиусов размытия, примерно, до 6 пикселей

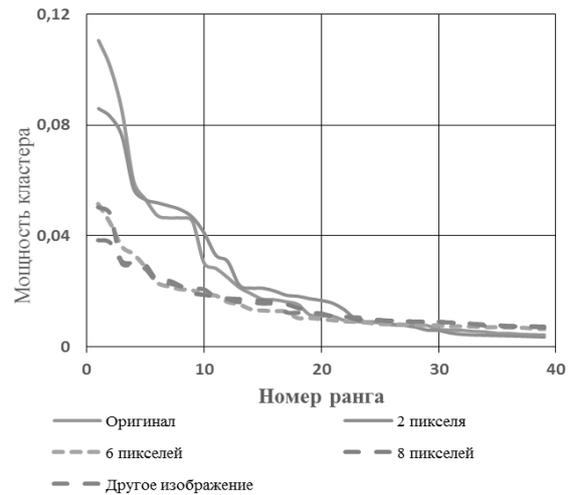


Рисунок 3 - Ранговое распределение мощностей кластера в различных изображениях

Результаты количественного сравнения близости ранговых распределений мощностей кластеров для оригинала, дубликатов и других изображений приведены в таблице. Близость оценивалась по косинусному расстоянию d_{sx} , вычисленному по формуле (1). Пороговое расстояние, при котором изображение считается совпадающим с оригинальным, было выбрано равным $d_0 \leq 0,157$ [2]. Из таблицы видно, что количественная оценка близости подтверждает вывод, полученный при качественном изучении графика.

Радиус искажения	Косинусное расстояние
Оригинал	0
2 пикселя	0,015
4 пикселя	0,072
6 пикселей	0,36
Другое изображение (пейзаж)	0,37

Выводы

1. Кластеризация пространственно-яркостных характеристик пикселей позволяет выполнять распознавание изображения.
2. В экспериментах при заданном пороге сравнения были определены как похожие изображения, искажённые гауссовым размытием радиусом до 6 пикселей.

Литература

1. Л. Шапиро, Дж. Стокман. Компьютерное зрение. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2006. – 752 с.
2. В.Б. Немировский, А.К. Стоянов. Распознавание нечётких дубликатов изображений, основанное на ранговом распределении мощностей кластеров яркости / Компьютерная оптика, 2014, том 38, №4. – С. 814-817
3. В.Б. Немировский, А.К. Стоянов. Сегментация изображений с помощью рекуррентной нейронной сети / Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 321, № 5. – С. 205-210.

MODELING OF ELECTRIC FIELD AROUND DIELECTRIC CYLINDER IN ANSYS MAXWELL

Duplinskaya M.V., Erovenko I.S., Salnikova T.V.

Scientific adviser: Bedareva E.V.

Tomsk Polytechnic University, Cybernetic institute

In this article distribution of electric field around the dielectric cylinder is considered. For modeling simulation software package ANSYS Maxwell is used. A model of the electric field around the cylinder is obtained. In article, the detailed algorithm of creation of electric field in ANSYS Maxwell is considered. Presented algorithm can be used for further solving of more complex modeling problems. The model gives an opportunity to study distribution of electric field of objects of any complexity, made from different materials.

Introduction

Recently, application of computer design aids became widespread. This led to development of programs for modeling of various processes and phenomena, in particular electric and magnetic fields. Modeling is aimed at simplification of activity of a developer of the electrotechnical equipment. Modeling allows spending less time for realization of the solution.

An electromagnetic field (also EMF or EM field) is a physical field produced by electrically charged objects. It affects the behavior of charged objects in the vicinity of the field. The electromagnetic field extends indefinitely throughout space and describes the electromagnetic interaction.

The field can be considered as the combination of an electric field and a magnetic field. The electric field is produced by stationary charges, while the magnetic field by moving charges (currents); these charges are often described as the sources of the field. The way, which determines now charges and currents interact with the electromagnetic field, is described by Maxwell's equations and the Lorentz force law.

The electric field is a component of the electromagnetic field. It is a vector field, and it is generated by electric charges or time-varying magnetic fields as described by Maxwell's equations. The concept of an electric field was introduced by Michael Faraday.

ANSYS Maxwell is software for modeling of electromagnetic fields used for design and research of two-dimensional and three-dimensional models, type of engines, sensors, transformers and other electric and electromechanical devices of various applications. ANSYS Maxwell is based on a Finite Element Method - FEM and precisely counts static, harmonious electromagnetic and electric fields, and also transition processes in field tasks. The library of properties of materials increases speed of the considered software package.

For creation of a field of evenly charged long cylinder, the software package described above was used.

Modeling of electric field around dielectric cylinder in ANSYS Maxwell

For modeling, it was assumed that a cylinder of radius R is charged evenly. The volume density of a charge is $10\,000\text{ A/m}^3$. From reasons of symmetry it follows that lines of intensity will be directed along radiuses of circular sections with identical density relationally to a cylinder axis. As a closed surface the charged parallelepiped with height l , square basis with the side length a , was constructed (Fig. 1).

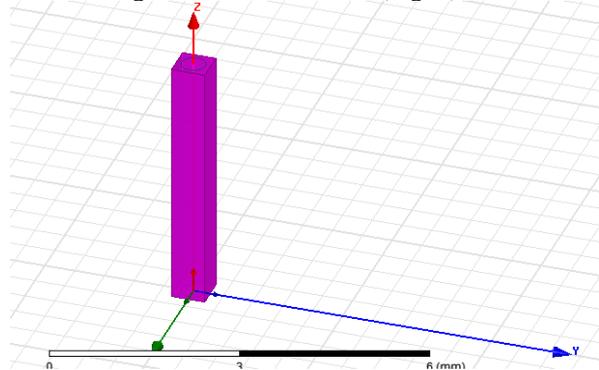


Figure 1 - The cylinder limited to a rectangular parallelepiped

The detailed algorithm of modeling of electric field is given further. Algorithm consists of nine main stages. Further in the text ANSYS Maxwell's function is written by italic font. On the first stage, the program is started, and the mode of designing of 3D models is turned on (*insert Maxwell 3d design*). A field (grid) of construction appears. As further construction will be connected with electric field, on the second stage, it is necessary to go to the *Project manager* tab, choose *Maxwell 3d design* in the opened *solution type* window (decision type) and select *electrostatic* (electrostatics). On the third stage, in the *Maxwell 3D design* window one should choose one of functions (*draw cylinder*) offered by the function panel. After that the cylinder is built. Then, on the fourth stage, appropriate material is assigned to the object (*assign material* → *diamond*). On the fifth stage, boundary conditions are set, by means of special function *Create region*. On the sixth step, to set the volume current density for the object, in a tree of designing one should choose *Cylinder* → *assign excitation* → *by volume charge density excitation* → *value* = $10\,000\text{ A/m}^3$. On the seventh stage, parameters (*Assign Parameters* → *to Force* → *by Virtual* → *Parameters* → *Force1*) are established,

thus the force vector is determined. For carrying out the analysis and identification of mistakes, on the eighth stage, the following actions are implemented:

a. in the *Project Manager* tab → *Analysis* → *Add Solution Setup* → *Convergence* → *Refinement Per Pass of =10%*.

b. *Project Manager* → *Analysis* → *Analyze All* → *Save*.

Analysis results can be observed on the monitor. If the program detects errors, they need to be corrected; missing actions have to be taken into account. The analysis has to be made anew. On the ninth stage, the resulting electromagnetic field is displayed on the screen if the following steps has been executed: in a tree of designing *Planes* → all three planes are allocate: *Global: XY, Global: XZ, Global: YZ* → *Project Manager* → *Field overlays* → *Fields* → *E* → *E_Vector* → *Cylinder*. Modeled electric field around the cylinder is presented in Fig.2.

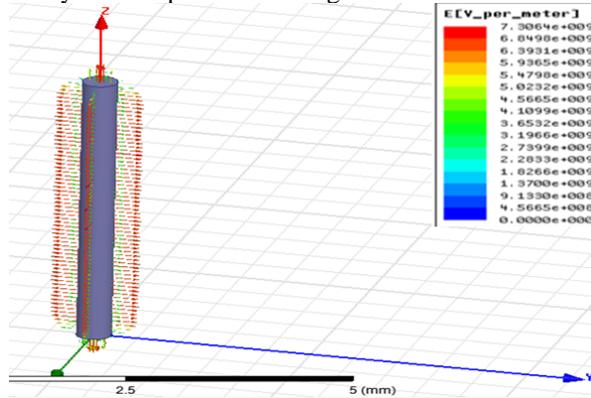


Figure 2 - Electric field around the cylinder

Such arrangement of vectors (Fig. 1) is caused by the fact that the vector of intensity is perpendicular to an equipotential surface in each its point.

- The *Show overlade visualization in active view* function is applied for better visibility of representation of electric field (Fig.3).

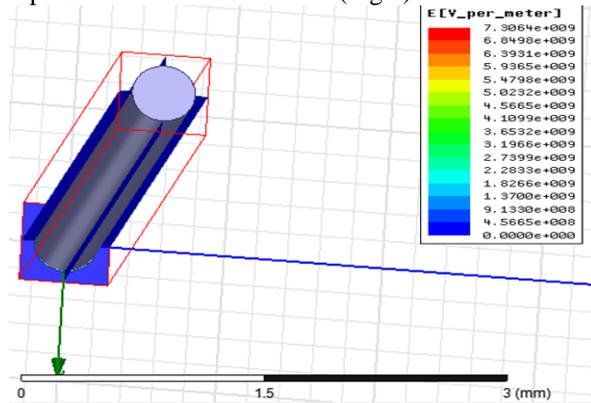


Figure 3 - Electric field around the cylinder without *Show overlade visualization in active view* function application

Specifying the value of current density of 10000 A/m³ to cylinder volume (cylinder material - diamond,

with dielectric permeability 16.5), and putting voltage equal 10000 V to surface of the parallelogram, it is possible to observe a picture of distribution of electric field intensity in the cylinder. Electric conductivity in vacuum is infinitely small, therefore, between the cylinder and the walls of a parallelogram there is no intensity (this area is illustrated by blue color). The color card shows distribution of the chosen physical quantity. The color card is accompanied by the color scale showing compliance between the color and the value of a physical quantity. One can adjust the color card, changing amount of color gradation and a range of the quantity. The color card can be represented in the form of gradation of gray color. Electric field can be also represented in the form of vectors of different colors (Fig. 4).

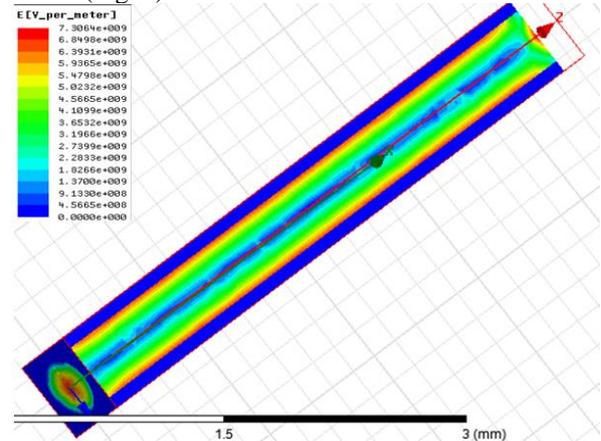


Figure 4 - Electric field around the cylinder with the color card

Conclusion

The detailed algorithm of electric field modeling, presented in the article, can be used for design of models with other parameters (material, geometric, medium properties). Opportunity of visual research of the electric field distribution makes the design process more clear and simple. The received results can be used by educational institutions in the students training course.

References

1. Полезные материалы по Ansoft MAXWELL. [Internet resource]. – Access mode: <http://ansoft-maxwell.narod.ru/documentation/>, free (date of the address: 10.09.2015).
2. Электростатика. Теория. [Internet resource]. – Access mode: http://physic.kemsu.ru/pub/library/learn_pos/UMK_Electrostat/Pages/Theory/Electric%20field.htm/, free (date of the address: 27.08.2015).
3. Сивухин Д. В. Общий курс физики. — Изд. 4-е, стереотипное. — М.: Физматлит; Изд-во МФТИ, 2004. — Т. III. Электричество. — 656 с.

АЛГОРИТМ ВЫДЕЛЕНИЯ СТРУКТУРНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАНИЯ РУКОПИСНЫХ СИМВОЛОВ

Хаустов П.А., Максимова Е.И.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
exceibot@tpu.ru

Введение

Как известно, задача оптического распознавания символов является трудно формализуемой и имеет множество приближенных методов решений, каждый из которых обладает своими преимуществами и недостатками.

Большинство методов, которые применяются для решения задачи оптического распознавания символов, схожи с методами, которые используются для других задач классификации изображений. Как правило, такие методы предполагают использование искусственных нейронных сетей или аналогичных классификаторов, которые не позволяют отследить логику процесса классификации [1].

Если задача оптического распознавания символа не ограничивается только принятием решения о принадлежности образа к одному из классов, то для ее решения часто применяются методы на основе выделения структурных признаков. Структурные признаки обычно используются для выделения общей структуры образа. Они описывают геометрические и топологические свойства символа. Существует огромное количество способов задать некоторое графическое изображение с помощью набора структурных признаков, выделенных на этом изображении.

Как правило, если речь идет о выделении структурных признаков начертаний печатных или рукописных символов, то рационально использовать представление такого начертания в виде планарного графа. Способов представления начертания в виде такой модели, опять же, бесконечно много, как и алгоритмов получения каждой из такого рода моделей. Способы представления в виде планарного графа могут различаться степенью детализации и информативности.

Так, к примеру, ребро в различных моделях может описываться различными наборами величин. При тривиальном подходе для каждого ребра можно хранить лишь номера вершин, которое оно соединяет. В более сложных моделях ребро может описываться целым набором чисел, в котором, помимо соединяемых вершин и меры расстояния, находятся кривизна и даже целые множества графических примитивов для описания геометрической формы этого ребра.

Алгоритмы получения планарного графа для описания модели символа так же могут варьироваться от самых тривиальных,

опирающихся лишь на какие-то опорные точки графического начертания, алгоритмов до вероятностных алгоритмов попытки обнаружения каких-то особенностей начертания графических элементов.

К важным требованиям, которым должен соответствовать алгоритм решения задачи оптического распознавания символов на основе выделения структурных составляющих, относятся следующие требования:

1. Время работы алгоритма должно полиномиально зависеть от размеров исходного графического начертания символа.

2. Алгоритм должен быть детерминированным: для любого исходного графического начертания символа алгоритм должен за конечное время получать определенную модель представления этого символа.

3. Алгоритм должен обладать низким потреблением памяти. Количество необходимой для построения модели памяти не должно экспоненциально зависеть от размерности исходного начертания или итогового планарного графа.

4. Алгоритм должен выделять структурные признаки, опираясь только на входное изображение с графическим представлением начертания символа, не используя никаких дополнительных данных, в том числе и обучающей выборки.

В научной литературе можно найти множество попыток выделить структурные составляющие за полиномиальное время. Как правило, такие методы опираются на некоторую грамматику, с использованием которой задаются начертания различных символов. Однако, все большая степень повышения точности грамматики приводит к постоянным ее усложнениям.

Особый научный и даже практический интерес представляет группа методов, которые выделяют из растрового представления символа набор признаков достаточный, чтобы построить модель этого начертания на основе планарного графа, где ребра задаются целым набором графических примитивов.

Предложенный метод

Прежде всего, для получения информации о топологии начертания символа необходима предварительная скелетонизация его графического представления [2]. Так как каждый из общеизвестных алгоритмов скелетонизации, обладающих высоким быстродействием, имеет

свои недостатки, было решено последовательно использовать два известных алгоритма: алгоритм утончения Зонга-Суня и алгоритм Ву-Цая. Первый из этих алгоритмов периодически допускает присутствие на итоговом изображении неутонченных элементов, второй – зачастую удаляет небольшие элементы графического представления символа. Вследствие чего было высказано предположение об использовании алгоритма Ву-Цая для устранения нежелательных необработанных участков, оставшихся после использования алгоритма Зонга-Суня.

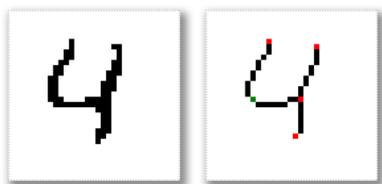


Рисунок 1 - Пример исходного изображения и результата его скелетонизации

Для получения топологической модели по уже утонченному изображению используется многократный запуск алгоритма Ли [3]. В роли вершин используются все пиксели, принадлежащие графическому представлению символа и не являющиеся фоном. С помощью набора эвристик обнаруживаются ключевые пиксели, которые последовательно удаляются перед очередным запуском алгоритма Ли, чтобы проанализировать расположение остальных пикселей относительно друг друга.

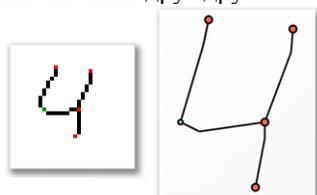


Рисунок 2 - Пример визуализации полученной модели

Ключевые пиксели подразделяются на две группы:

- пиксели, которые являются узловыми точками графического представления символа (такими точками являются места, где инструмент начертания поднимался, опускался или изменял направление своего хода);
- пиксели, которые являются точками перегиба, но не относятся к узловым точкам (такие точки используются для задания формы соединительных линий между ключевыми пикселями).

Все оставшиеся пиксели изображения относятся к соединительным элементам между ключевыми точками. Таким образом, графическое

представление символа можно преобразовать в планарный граф, имеющий композитные ребра, состоящие из обычных пикселей и пикселей – точек перегиба. Для уточнения структуры графа необходимо аппроксимировать каждый из участков черных пикселей между двумя точками-перегибами некоторым графическим примитивом. Тривиальным случаем такого графического примитива может служить отрезок или пара отрезков, образующих соединение. В некоторых случаях невозможно задать ребро с помощью одного-двух отрезков из-за высокой степени кривизны соединительной линии. В таком случае рационально использовать аппроксимацию с помощью дуги. При такой аппроксимации радиус и положение соответствующей итоговой дуге окружности должен определяться в зависимости от координат соединяемых ключевых точек и степени кривизны соединяющей линии. В некоторых случаях степень кривизны соединяющей линии соответствует слишком большому радиусу окружности, в результате чего окружность большей частью может выходить за пределы изображения, существенно отдаляя полученную топологическую модель от графического представления начертания символа. В таких случаях имеет смысл аппроксимировать такую соединяющую кривую с использованием дуги эллипса.



Рисунок 3 - Пример необходимости в использовании эллиптической дуги

Полученные результаты

При тестировании разработанного алгоритма установлено, что линейная зависимость быстродействия алгоритма от количества пикселей на изображении подтверждается высоким быстродействием на практике (построение топологической модели занимает не более секунды на современных процессорах).

Список использованных источников

1. Schantz, Herbert F., The history of OCR, optical character recognition – «Recognition Technologies Users Association», 1982. – 213
2. Роджерс Д., Алгоритмические основы машинной графики – М.: Мир, 1989. – с. 54-63
3. Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход - М.: Мир, 1978. – 145 с.

АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКОЙ ПОДАТЛИВОСТИ ШПИНДЕЛЯ ПЯТИКОординатного станка с параллельной кинематикой

Никулин П. А., Сикора Е. А.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
Niko91@tpu.ru

Аннотация. В докладе представлены результаты анализа динамической податливости станка с параллельной кинематикой с помощью АЧХ и ФЧХ. В станке во время обработки детали на ряду со статическими нагрузками могут возникать динамические (инерционные силы, силы резания и т.д.), влияние которых на состояние станка может быть существенным. Эти факторы могут приводить к недостаточной виброустойчивости. Появляются автоколебания станка. Динамическая податливость в этом случае представляет существенный интерес для станков с параллельной кинематикой.

Метод и инструменты снятия данных. Для анализа динамической податливости, на шпиндель станка была приложена центробежная сила при помощи вращающейся оправки, со смещенным центром масс. Значение динамической податливости станка определяется как отношение амплитуды вынужденных колебаний шпинделя к амплитуде вынужденной силы (центробежной), воздействующей на шпиндель от его вращения. Для исследования диапазон частоты вращения шпинделя был взят от 40 до 1500 об/мин с шагом 20 об/мин.

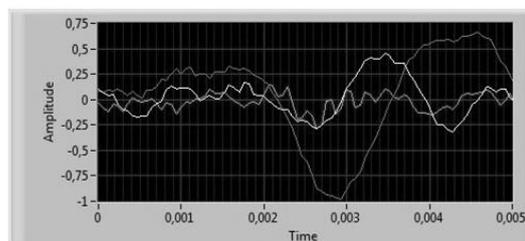
Значение амплитуды вынужденных колебаний находятся с помощью построения графика амплитудно-частотной характеристики станка. Амплитудно-частотной характеристики упругой системы называется зависимость амплитуды вынужденных колебаний упругой системы станка от частоты. [6]



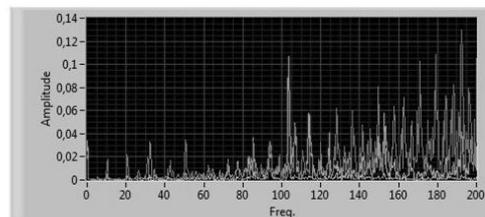
Рисунок 2 - Систему сбора данных «National Instrument cDAQ-9174» и подключаемого к нему модуля аналогового ввода для интеллектуального подключения пьезоэлектрических датчиков «National Instrument 9234»

Опыт проводится, используя систему сбора данных «National Instrument cDAQ-9174» и подключаемого к нему модуля аналогового ввода для интеллектуального подключения пьезоэлектрических датчиков «National Instrument

9234» (рис. 2). Написанная программа в среде графического проектирования LabVIEW, с помощью трехкоординатного датчика, который снимает показания вибрации шпинделя станка (рис. 3,а). Сигнал с датчика, в данной программе с помощью преобразований Фурье переводится в спектр сигнала (рис. 3,б). Так же выводится на экран значение амплитуды (виброперемещение и виброускорение) колебания на собственной частоте, частота и частота вращения шпинделя, измеряемая фотоотметчиком (рис 3, в).



а)



б)

Виброускорение, м/с ²	Частота, об/мин
0,0115751	614,934
Виброперемещение, мкм	Частота, Гц
3,32161	10,7296
Кол-во средних	Достоверность, %
5	68,4557

в)

Рисунок 3 - Значение и графики, выводимые на экран монитора; а) график сигнала получаемый с датчиков; б) спектр сигнала; в) значения амплитуд, на оборотных частотах выводимые с графика спектра

Анализ данных. По данным амплитуды и фазы полученным в ходе опыта были построены графики АЧХ и ФЧХ (рис. 4. и рис. 5).

Амплитудно-частотная характеристика показывает, что максимальная амплитуда колебаний возникает на 840 об/мин (14 Гц) по оси Y и 1040 об/мин (17,3 Гц) по оси X.

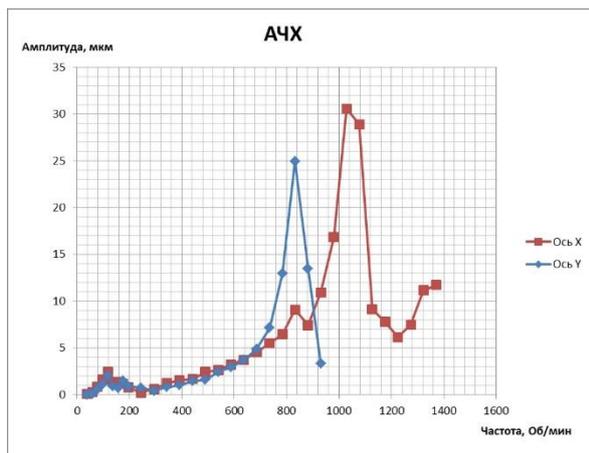


Рисунок 4 - График амплитудно-частотной характеристики

График фазово-частотной характеристики имеет зону до 400 об/мин которая не несет, из-за недостаточной массы смещенного груза, какой-либо информации, но можно просмотреть присутствие изменение фазы на 180° на малых частотах, что дает возможность предположить, что на малых частотах присутствует собственная частота. Так же отчетливо видно переход на частотах примерных, что и на графике АЧХ.

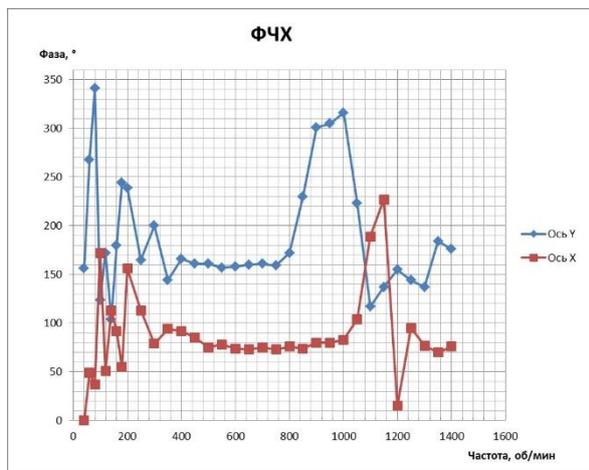


Рисунок 5 - График фазово-частотной характеристики

Динамическая податливость станка определяется как отношение величины амплитуды виброперемещения к силе действующую на шпиндель станка. Подставив полученные значения амплитуды виброперемещения и центробежной силы в формулу $W = \frac{S_{\text{виб}}}{F} \left[\frac{\text{мкм}}{\text{Н}} \right]$. Построили график зависимости динамической податливости от частоты колебаний (рис. 6).

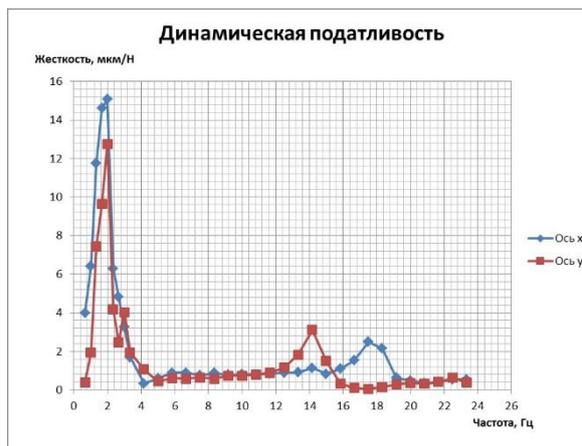


Рисунок 6 - График зависимости динамической жесткости от частоты

По графику видно, что первая собственная частота станка равна 2 Гц (120 об/мин). Также из графика видно, что явление резонанса в меньшей степени проявляются на частотах 14 Гц и 17,5 Гц (840 и 1030 об/мин). Максимальное значение динамической податливости станка, на собственной частоте, равна 15 мкм/Н по оси X и 13 мкм/Н по оси Y.

Литература

1. Вайнштейн И.В., Серков Н.А., Сироткин Р.О.: Экспериментальное исследование статической жёсткости 5-ти координатного фрезерного станка с параллельной кинематикой. //Проблемы машиностроения и надежности машин, 2007 г., № 5,
2. Donald E. Bently with Charles T. Hatch, edited by Bob Grissom. "Fundamentals of rotating Machinery Diagnostics". Bently Pressurized Bearing Press, 2002, pp.726.
3. Карасев В. А., Ройтман А.Б. Доводка эксплуатируемых машин. Вибродиагностические методы. М., Машиностроение, 1986 г.
4. Вибрации в технике: Справочник. В 6-ти т./Ред. совет: В. Н. Челомей (пред.). — М.: Машиностроение, 1981—Т. 5. Измерения и испытания. — Под ред. М. Д. Генкина. 1981. 496 с, ил.
5. Рунов Б.Т. Исследование и устранение вибрации паровых турбоагрегатов. М. Энергоатомиздат 1982 г.
6. Балицкий Ф.Я. Соколова, А.Г.: Диагностическая информативность полных спектров и орбит при анализе сигналов относительных вибросмещений вала в опорах скольжения. // Вестник научно-технического развития, 2010 г. №2(30).

МЕТОД КЛАСТЕРИЗАЦИИ МНОГОМЕРНЫХ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО АЛГОРИТМА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КАРТ КОХОНЕНА.

Герасимова Н.И.

Научный руководитель – Аксенов С.В., к.т.н., доцент
Томский Политехнический Университет, Институт кибернетики
nig1@tpu.ru

В настоящее время объемы массивов данных возрастают, а для их обработки требуются усовершенствованные методы интеллектуального анализа данных. Кластерный анализ является одним из важных и известных этапов интеллектуального анализа данных. Задачей кластеризации является обнаружение во множестве исходных данных таких групп объектов, что объекты из одной группы должны быть как можно больше похожи друг на друга, а объекты из разных групп как можно больше отличаться друг от друга. Такие группы объектов называются кластерами. [1]

За время существования кластерного анализа было разработано большое количество различных алгоритмов и методов. До сих пор алгоритмы дорабатываются и изменяются в зависимости от потребностей области и задач применения кластеризации. В связи с этим актуальна потребность в проведении исследования работы стандартных алгоритмов кластеризации, а также их модификаций с целью обнаружения особенностей их работы, выявления достоинств и недостатков, а также повышения эффективности их работы в зависимости от специфики обрабатываемых данных.

Самоорганизующиеся карты Кохонена (самоорганизующиеся карты признаков) – это нейронная однослойная сеть прямого распространения, в которой используется обучение без учителя. Такие сети отличаются от нейронных сетей с обучением с учителем тем, что их обучающая выборка состоит только из значений входных сигналов, а значения на выходе формируются самостоятельно и не сравниваются со значениями-эталоном.

При реализации алгоритма кластеризации на основе самоорганизующихся карт Кохонена количество нейронов в сети задается заранее, и перед началом обучения случайным образом инициализируются весовые коэффициенты всех нейронов.

Обучение самоорганизующихся карт Кохонена производится методом последовательных приближений с использованием итераций, в которых корректируются нейроны-векторы. На каждой итерации из исходной выборки случайным образом выбирается один вектор, а затем происходит поиск наиболее похожего на него вектора коэффициентов нейронов. Нейрон, наиболее схожий с входным вектором, объявляется

нейроном-победителем. Мера схожести между векторами рассчитывается при помощи евклидова расстояния. Таким образом, для i -го нейрона-победителя выполняется равенство:

$$d(x, w_i) = \min_{1 \leq j \leq n} d(x, w_j),$$

где n – количество нейронов, а $d(x, w_i)$ – расстояние между векторами x и w_i . После этого корректируются все веса нейронной сети, таким образом, что вектор-нейрон-победитель и его соседние вектор в сетке сдвигаются по направлению к входному вектору, модифицируется, как и нейрон-победитель, так и его соседи (но в меньшей мере). [2]

Весовые коэффициенты нейронов-победителей и нейронов, лежащих в его окрестности, изменяются по следующей формуле:

$$w_i(k+1) = w_i(k) + \eta_i(k)[x - w_i(k)],$$

где $\eta_i(k)$ – коэффициент обучения i -го нейрона, принадлежащего окрестности $S_w(k)$ в k -й момент времени. Таким образом, изменение значения весового коэффициента i -го нейрона тем меньше, чем дальше этот нейрон расположен от нейрона-победителя. Если нейрон не принадлежит окрестности $S_w(k)$, то его весовой коэффициент изменяться не будет. Выполнение алгоритма будет происходить до тех пор, пока выходные значения не появятся на карте признаков. После окончательного размещения нейронов отображается полученная карта. [3]

Кластеризация с помощью самоорганизующихся карт Кохонена накладывает ограничение на форму кластера, в частности с помощью данного алгоритма нельзя распознавать кластеры произвольной и сложной формы. Также при использовании алгоритма Кохонена нужно строго задавать количество кластеров. Для снятия данного ограничения оригинальный алгоритм подвергся модификации так, чтобы он смог распознавать кластеры любой формы при неизвестном заранее числе кластеров. Данная модификация строится на анализе межкластерных расстояний для групп векторов, которые связаны с соседними нейронами в самоорганизующейся карте Кохонена.

На первом этапе алгоритма проводится кластеризация данных с помощью алгоритма Кохонена. Затем производится процесс обнаружения «мёртвых» кластеров, то есть таких, которые не содержат нейронов. Они удаляются из списка анализируемых кластеров. После этого для

каждого кластера производится расчет среднего внутрикластерного расстояния по формуле:

$$d = \frac{1}{n-1} \sum_i^n \sum_j^n d((x_i, x_j)),$$

где n – количество точек в кластере, $d(x_i, x_j)$ – евклидово расстояние между точками x_i и x_j , p

Затем для каждого кластера производится поиск соседних кластеров при помощи полученных самоорганизующихся карт признаков. Благодаря таким картам соседние кластеры находятся быстрее, так как не затрачивается время на обход всех кластеров, а по расположению кластеров в соседних узлах карты определяются «кластеры-соседи».

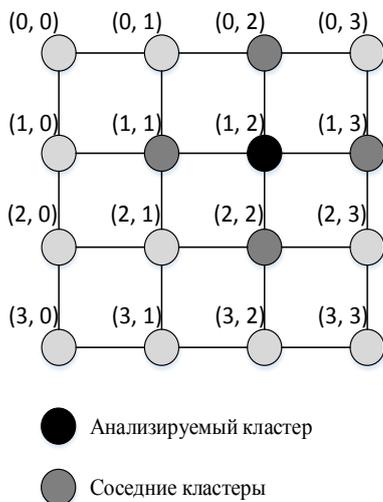


Рисунок 8 - Пример нахождения соседних кластеров в самоорганизующейся карте признаков (сетка 4x4)

После этого происходит анализ расстояний между двумя кластерами. Если расстояние между точками двух кластеров меньше, чем большое из внутрикластерных расстояний двух кластеров, то эти точки считаются граничными точками двух кластеров, а кластеры подходят для объединения в один суперкластер.

Минимальное число граничных точек задается количеством либо процентом в зависимости от того, какое из этих значений минимальное, что определяется после определения и сравнения количества точек в двух анализируемых кластерах. В разработанном программном обеспечении минимальное число граничных точек равно двум, а минимальный процент – 10.

Для оценки результатов кластеризации с помощью оригинального и модифицированного методов использовались индексы оценки качества кластеризации. В качестве основной метрики был выбран индекс силуэта.

Индекс силуэта сравнивает средние значения расстояний между элементами в пределах одного кластера и средние значений расстояний от элементов одного кластера до элементов других кластеров. Этот индекс используется как критерий компактности, так и критерий отделимости для каждого объекта кластерной структуры. В итоге вычислений будет найден параметр, называемый среднекластерным «силуэтом», значение этого параметра показывает, насколько плотно сгруппированы точки внутри одного конкретного кластера. А также «силуэт» всей кластерной структуры, который является средним значением среднекластерных «силуэтов» и показывает, насколько точно была проведена кластеризация. [4]

Для эффективной и объективной оценки качества полученных кластерных структур результаты полученной кластеризации также были оценены с помощью индекса Данна и RS индекса.

Работа алгоритма тестировалась на наборах данных двух видов: данные, сгенерированные случайным образом и «ирисы Фишера». После применения модифицированного алгоритма индексы качества показали более высокие значения, чем после применения оригинального метода, что свидетельствует о качественном и эффективном проведении модификации алгоритма кластеризации.

Список литературы

1. Мандель, И. Д. Кластерный анализ / И.Д. Мандель. — М.: Финансы и статистика, 1988. — 176 с.
2. Нейронные сети Кохонена [Электронный ресурс] / Портал искусственного интеллекта [2015]. Режим доступа: <http://www.fabs.ru>
3. Самоорганизующиеся карты Кохонена - математический аппарат [Электронный ресурс] / [fabs](http://www.fabs.ru). Технологии анализа данных [2015]. Режим доступа: www.fabs.ru
4. Clustering Indices [Электронный ресурс] / The Comprehensive R Archive Network [2015]. Режим доступа: www.fabs.ru

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ТОЧНОГО ЛОКАЛЬНОГО МЕТЕОПРОГНОЗА ПОСРЕДСТВОМ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Голубева Ю.А.

Научный руководитель: Марчуков А.В.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
golubeva.yulia.a@ya.ru

Введение

Точный метеопрогноз зависит от множества факторов. Это количество метеостанций, число спутниковых систем, анализ метеообстановки и суперкомпьютерных приложений, ведущих прогнозный расчёт. Так же к ним относятся каналы передачи данных, посылающие данные от метеостанций в центры обработки. Таким образом, чем больше постов и систем метеонаблюдений, а также частота съёма данных с них, тем выше точность метеопрогноза.

На данный момент сделать сплошную зону покрытия метеостанциями – нереально. А ведь если мы будем иметь данные о метеообстановке, хотя бы один раз в полчаса, с одного квадратного километра, по всей территории области или района, то точность прогноза повысится многократно. Большое значение в данном случае имеют измерения температуры, влажности, атмосферного давления и направления ветра в городских условиях, прежде всего по экономическим и экологическим причинам. Но где взять такое количество постов наблюдения, обеспечить измерения необходимой точности и периодичности, экономически это не под силу ни одному государству.

Методы прогнозирования

В настоящее время существует около 220 методов прогнозирования, но чаще всего на практике используются не более 10, среди них: фактографические, аналогий, сценарные, матричные, моделирование, построение графов и т.д. При прогнозировании объекта часто приходится прогнозировать не один, а несколько его показателей. При этом прогноз развития одного показателя можно выполнять одним методом, а другого показателя — другим методом, т.е. используются сочетания методов.

В приложении планируется сочетать такие методы прогнозирования как: метод аналогий и математического моделирования, сценарный. Первый метод используется для прогнозирования, по заданным нами параметрам (температура, давление, влажность) в настоящем, затем происходит поиск аналогичного дня в прошлом и проецируется на дальнейшее развитие для будущего состояния. Виды математических методов прогнозирования: корреляционный анализ, регрессионный анализ, факторный анализ, распознавание образов, вариационное исчисление, спектральный анализ, цепи Маркова, алгебра

логики, теория игр и др. В тот случае когда прогноз невозможно или нецелесообразно выполнить математическими методами проводится разработка сценарного метода. Он дает возможность получения не только общих данных представления о будущей ситуации, в которой будет находиться прогнозируемый объект, но и устанавливает возможность изменения этой ситуации в желаемом для него направлении. В конкретных задачах прогнозирования необходимо провести классификацию рисков, поставить задачу оценивания конкретного риска, провести структуризацию риска, в частности, построить «деревья причин» (в другой терминологии, «деревья отказов») и «деревья последствий» («деревья событий»). [4]

Технические средства пригодные для метеоизмерений и передачи результатов в центры обработки

В современных смартфонах существует большое количество сенсоров и датчиков, расширяющие их возможности, и по сути можно сказать, что смартфон это и есть миниатюрная метеостанция. Для измерения навигации, температуры/влажности и атмосферного давления используются такие датчики, как:

1. Магнитометр

Этот датчик реагирует на магнитное поле Земли и позволяет таким образом определять стороны света. Это, в свою очередь, наряду с данными о сотовых вышках и точках доступа Wi-Fi в зоне видимости, используется при навигации в отсутствии сигнала GPS.

2. Термометр и гигрометр

Впервые появились в Samsung Galaxy S4. Использование этого датчика более чем очевидно: с помощью предустановленного приложения пользователь может узнавать температуру и влажность окружающей среды.

3. Барометр

Датчик, измеряющий атмосферное давление. Может применяться как по прямому назначению, так и в качестве помощника модулям GPS/ГЛОНАСС для ускорения определения местоположения устройства и высоты над уровнем моря (альтиметр).

Проанализировав смартфоны на наличие таких датчиков, мы сделали вывод, что в полной комплектации полный набор входит только в линейку Samsung Galaxy S4, Note 3.

Алгоритм измерений

Раз в полчаса приложение делает измерения и передаёт данные по сотовой связи в центр обработки метеоданных для последующего анализа. Одновременно передаются координаты места измерения. Таким образом составляется

очень точная и актуальная на данный момент метеокарта. Причём для построения данной карты, не нужно множество активных измерений. Достаточно иметь сведения от одного устройства, с одного квадратного километра территории, один раз в полчаса.

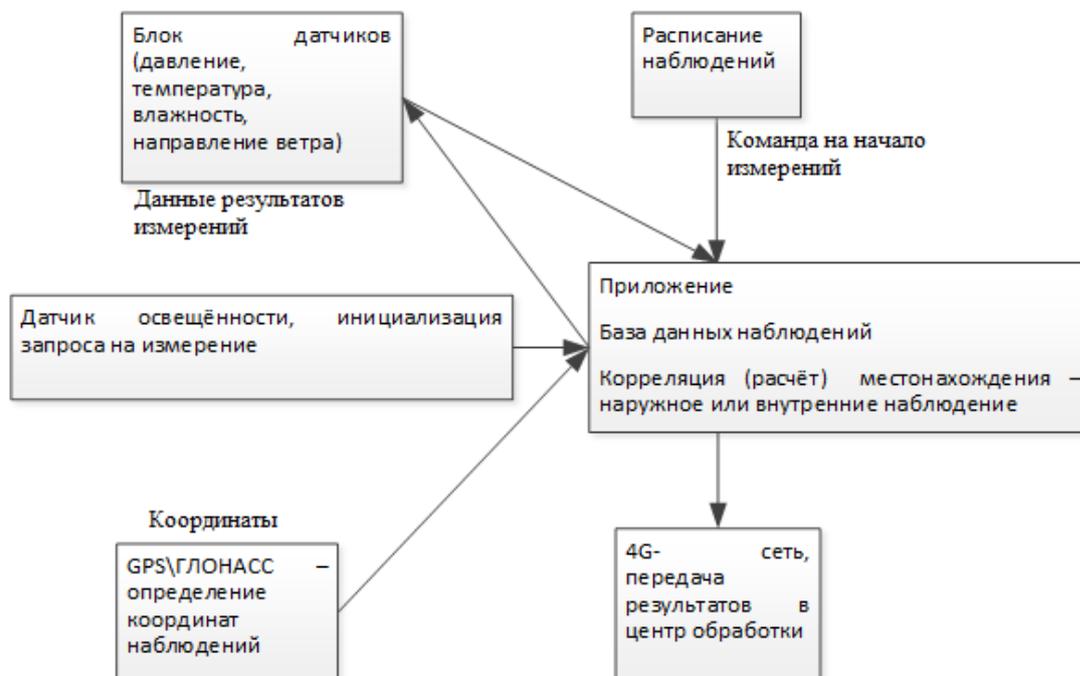


Рисунок 1 - Блок-схема приложения для метеонаблюдений с помощью смартфона

Заключение

В результате работы будет разработано приложение, которое предоставляет новый подход к измерению прогноза погоды. Подобная система позволит составить гигантскую сеть для метеонаблюдений, причём действующую автоматически, по всей зоне покрытия мобильной связи. Можно конечно возразить, что зона охвата, например, в Сибири будет довольно малой, что точность измерения температуры и прочее будет зависеть от конкретного нахождения человека – в здании и вне его. Но все эти проблемы могут быть решены путём применения специальных математических методов обработки поступающей информации. Если взять, например, весенние катаклизмы с пожарами в Хакасии, то применение подобной системы, могло бы предотвратить большие убытки. Направление и скорость ветра постоянно отслеживалось бы множеством точек, включая автомобили, поезда, и приложение на основе анализа обстановки обязательно бы подняло тревогу, причём независимо от человеческого фактора.

Список использованных источников

1. Гидродинамический краткосрочный прогноз погоды в пунктах для территории России. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dissercat.com/>, свободный (дата обращения: 10.08.2015).
2. Жуликов С.Е. Математическое моделирование краткосрочного прогноза погоды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cyberleninka.ru/>, свободный (дата обращения: 10.08.2015).
3. Белов П.Н., Борисенков Е.П., Панин Б.Д. Численные методы прогноза погоды. Л., Гидрометеоиздат. 1989. – 376 с.
4. Константиновская Л.В. Методы и приемы прогнозирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.astronom2000.info/>, свободный (дата обращения: 10.08.2015).

О ЗАДАЧЕ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ГЕНЕРАЦИИ USE CASE ДИАГРАММ ДЛЯ ИЛЛЮСТРИРОВАНИЯ ТЕКСТОВ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ

Крайванова В.А.

Алтайский государственный технический университет
krayvanova@yandex.ru

Введение

Огромное количество информации хранится в виде текстов на естественном языке. Кроме того, хоть текст и является универсальной формой представления информации, он обладает высоким уровнем абстракции, и требует от читателя значительных усилий для восприятия. Это свойство особенно ярко выражено в бюрократических и научных документах, когда простота текста приносится в жертву точности формулировок. В связи с этим актуальной становится задача автоматизации графического аннотирования текстов, то есть автоматическое иллюстрирование. Эта задача является частным случаем задачи извлечения фактов. Точное решение таких задач требует сложных лингвистических моделей [1]. Для использования в практических целях большое значение имеют алгоритмические модели.

Целью данного исследования является разработка механизма автоматического иллюстрирования текстов, применимого к широкому классу графических нотаций, таких как IDEF0 и UML. В данной статье рассматривается общий принцип предлагаемого механизма на примере диаграмм Use-Case[2]. Приведенный в статье пример не претендует на полноту, а призван продемонстрировать принцип работы механизма генерации иллюстраций.

На сегодняшний день существует множество инструментов для рисования различных схем. Многие из них имеют формальные скриптовые языки [3]. Поэтому поставим задачу построения иллюстрации для текста следующим образом. Имеется сырой текст на естественном языке. Требуется получить для него набор предложений на формальном языке, релевантных содержанию текста.

Математическая модель

Предлагаемое решение задачи автоматического иллюстрирования основано на последовательном построении трех уровней модели текста: синтаксическая модель, модель шаблонов и формальная модель. Элементами синтаксической модели текста являются предложения и слова естественного языка, представленные в формализме синтаксического анализатора. Будем считать, что результат синтаксического анализа приведен к следующему формализму. Пусть SP - множество частей речи, которые распознает синтаксический анализатор. R - множество типов синтаксических связей, которые может определить синтаксический анализатор. Текст $t = \langle s_i \rangle$ представляет собой упорядоченный набор

предложений s_i . Каждое предложение представляет собой пару $s = \langle W_s, R_s \rangle$, где $W_s = \langle w_j \rangle$ - список слов, упорядоченных в порядке их появления в предложении, $R_s = \{ \langle w, u, r \rangle / w, u \in W_s, r \in R \}$ - список синтаксических отношений между словами. Синтаксические отношения задают граф на множестве слов предложения. Слово w в предложении характеризуется следующими параметрами: часть речи SP_w , начальная форма L_w , форма F_w , примененная в предложении, а также морфологическая информация M_w о форме слова. Форма слова может быть определена неточно. Если вариантов несколько, то они все должны быть представлены в морфологической информации.

Формальная модель состоит из объектов некоторых типов. Свойства объектов и связи между объектами описываются на формальном языке.

В модели шаблонов каждому типу объекта формальной модели и каждой команде формального языка соответствует один или несколько фреймов с переменным набором слотов, которые формируют значения свойств объектов и параметры команд. Значением слота является узел или подграф из t , описывающих соответствующий параметр.

Алгоритм построения иллюстрации

Алгоритм построения иллюстрации для текста состоит из следующих этапов:

- Очистка текста.
- Синтаксический разбор текста.
- Очистка результатов синтаксического разбора текста.
- Генерация кандидатов в элементы модели шаблонов.
- Уточнение элементов модели шаблонов.
- Генерация элементов формальной модели.

Каждый этап, кроме этапа 2, представляет собой пул последовательно применяемых алгоритмических правил. Этап 1 и этап 2 общие для всех видов иллюстраций. Правила преобразования на этапе 1 представляют собой замену фрагментов текста на основе регулярных выражений. Задача синтаксического анализа текста на естественном языке, выполняемая на этапе 2, уже имеет достаточно качественные решения, такие как *Seman*[4] и *Link Grammar Parser*[5]. Поэтому в нашей модели этот этап будет рассматриваться как черный ящик, получающий на вход предложение на естественном языке и отдающий на выходе результат синтаксического анализа этого предложения. Этапы 3, 4, 5 и 6 специфичны для вида получаемой иллюстрации. Рассмотрим их на примере упрощенной модели Use-Case. Наша

задача - выделить в тексте актеров, а также действия, которые актеры могут выполнять согласно тексту.

Для решения задачи необходимо, чтобы синтаксический анализатор отличал глаголы, существительные и местоимения от остальных частей речи: $SP = \{NOUN, VERB, PRONOUN, OTHER\}$. Для определения вариантов использования необходимо отличать вид синтаксической связи между сказуемым в активном залоге и подлежащим. Назовем эту связь $SUB: R = \{SUB, OTHER\}$. Синтаксический анализатор Seman, который используется в тестовом варианте реализации модели, может выделять такие связи. Если синтаксический анализатор не удовлетворяет представленным требованиям, необходимо добавить дополнительные правила, которые реализуют данную функцию на этапе 3.

Элементами целевой модели являются актеры и действия, которые эти актеры могут выполнять (варианты использования). Определим формально элементы модели шаблонов. Назовем актером пару $a = \langle L_a, \{U_v\} \rangle$, где L_a - существительное в начальной форме, $\{U_v\}$ - синтаксические графы, описывающие варианты использования для a .

На этапе 3 производятся операции, призванные снизить многозначность ЕЯ. Для задачи получения Use Case критичным является разрешение анафоры, а именно, восстановление значений личных местоимений в третьем лице на основе морфологической информации [6]. В результате разрешения анафоры некоторым словам p ставится в соответствие слово $u = \text{Meaning}(p)$, которое считается значением слова p .

На этапе 4 выбираются кандидаты в варианты использования и актеры. Множество кандидатов в варианты использования генерируется по следующему правилу.

Выберем все предложения s , в которых R_s содержит элемент $\langle v, u, r_{sub} \rangle$, где v - глагол ($SP_v = VERB$), u - существительное или местоимение ($SP_u \in \{NOUN, PRONOUN\}$), и $r_{sub} = SUB$. Будем называть кандидатом в варианты использования подграф U_v предложения s , который содержит все вершины, достижимые из v . Кандидатом в актеры будем называть слово a_v , определенное следующим правилом:

$$a_v = \begin{cases} L_u, & \text{если } SP_u = NOUN \\ L_{\text{Meaning}(u)}, & \text{если } SP_u = PRONOUN \end{cases}$$

Обозначим $U = \{U_v\}$ - множество кандидатов в варианты использования.

На этапе 5 производится уточнение элементов модели шаблонов, полученных на этапе 4. Для задачи генерации Use Case применяется правило объединения кандидатов в актеры: $a = \langle L_a, \{U_v^a\} \rangle$, где $\{U_v^a\} \subset U$ - такие кандидаты в варианты

использования, что $L_{a_v} = L_a$. Результатом этапа 5 является множество актеров $A = \{a\}$.

На этапе 6 производится преобразование фреймов, заполненных на этапе 5, в команды формальной модели. Для тестовой реализации мы используем язык генерации Use-Case [3].

Результаты и дальнейшая работа

Предложенные алгоритмы опробованы на различных видах текстов: задания на курсовое проектирование по дисциплине «Объектно-ориентированное программирование»; описание предметной области по дисциплине «Базы данных»; методические указания по выполнению лабораторных работ; описания бизнес-процессов; положения о подразделении; должностные инструкции. Примеры сгенерированных иллюстраций представлены на сайте [7]. Для упрощенных текстов модель показывает достаточно качественные результаты. Более сложные тексты требуют дополнительных правил очистки списков актеров и действий. В дальнейшем планируется разработать дополнительные правила на основе различных словарей, в частности, WordNet.

Хотя разработанный набор правил не пока что не позволяет получать практически значимые результаты, проведенные эксперименты показывают жизнеспособность модели.

Список использованных источников

1. Сулейманова Е. А. О референциальных аспектах задачи извлечения фактов, Программные системы: теория и приложения, 3:3 (2012), 41–56
2. Jacobson, I., Spence, I., Bittner, K.: Use-Case 2.0. The Guide to Succeeding with Use Cases. (2011)
3. Use Case Diagram [Электронный ресурс] // PlantUML in a nutshell, <http://plantuml.com/usecase.html>
4. Seman // Sourceforge [Электронный ресурс] <http://sourceforge.net/projects/seman/>
5. Link Grammar Parser // AbiWord [Электронный ресурс] <http://www.abisource.com/projects/link-grammar>
6. Toldova S., Roytberg A., Ladygina A.A., Vasilyeva M.D., Azerkovich I.L., Kurzukov M., Sim G., Gorshkov D.V., Ivanova A., Nedoluzhko A., Grishina Y. Evaluating Anaphora and Coreference Resolution for Russian // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии. По материалам ежегодной Международной конференции «Диалог» (2014), с. 681-695
7. Примеры сгенерированных иллюстраций [Электронный ресурс] http://smartfrog.ru/automatic_illustrations/

РЕГИСТРАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА

Погребной В.Ю.

Научный руководитель Фадеев А.С.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
 pogrebnoyvadim@tpu.ru

Введение

Прогнозирование параметров движения транспортных средств (ТС) невозможно без данных, полученных при отслеживании движения ТС [1, 2]. Навигационно-телеметрические данные (НТД), получаемые с использованием глобальных навигационных систем, не привязаны к улично-дорожной сети (УДС), содержат ошибки, а единого метода аппроксимации координат и регистрации параметров движения ТС не существует [3]. Предлагается новый метод регистрации местоположения и накопления статистики значений параметров движения ТС.

Определение местоположения

Искомое местоположение однозначно определим сегментом маршрута s_j с порядковым номером j , соединяющим узлы p_j и p_{j+1} и расстоянием λ , пройденным от начала сегмента. Рассмотрим три случая расположения координат V относительно перпендикуляров, проведенных через узлы, имеющие координаты O_j^p (рис. 9).

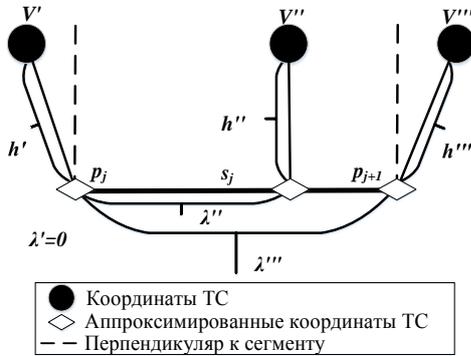


Рисунок 9 - Определение положения ТС в сегменте

Аппроксимацией точки V сегментом s_j назовем вычисление λ по формулам 1 и 2:

$$h = \begin{cases} \left| \overrightarrow{O_j^p V} \right|, & \left(\overrightarrow{O_j^p O_{j+1}^p}, \overrightarrow{O_j^p V} \right) \leq 0 \\ \left| \overrightarrow{O_{j+1}^p V} \right|, & \left(\overrightarrow{O_{j+1}^p O_j^p}, \overrightarrow{O_{j+1}^p V} \right) \leq 0, \\ \left[\overrightarrow{O_j^p O_{j+1}^p}, \overrightarrow{O_j^p V} \right], & \text{иначе} \\ \left| \overrightarrow{O_j^p V} \right|, & \text{иначе} \end{cases} \quad (1)$$

$$\lambda = \begin{cases} 0, & \left(\overrightarrow{O_j^p O_{j+1}^p}, \overrightarrow{O_j^p V} \right) \leq 0 \\ \left| \overrightarrow{O_j^p O_{j+1}^p} \right|, & \left(\overrightarrow{O_{j+1}^p O_j^p}, \overrightarrow{O_{j+1}^p V} \right) \leq 0, \\ \sqrt{\left| \overrightarrow{O_j^p V} \right|^2 - h^2}, & \text{иначе} \end{cases} \quad (2)$$

где h — удаленность ТС от сегмента.

Определим максимально возможную удаленность ТС от маршрута \tilde{h} и функцию $f_n : (S, V) \mapsto (s_\zeta, \lambda)$, аппроксимирующую координаты V сегментом $s_\zeta = \arg \min_{s_j \in S} (h)$, при этом $h > \tilde{h} \Rightarrow \exists s_\zeta$. Функцию

f_n назовем аппроксимацией точки V множеством сегментов S . На рис. 10 представлена графическая интерпретация аппроксимации нескольких точек кусочно-линейным графиком, представляющим некоторое множество сегментов S .



Рисунок 10 - Определение положения ТС в маршруте

Для определения множества S и соответственно для решения поставленной задачи разработан метод, основанный на конечном автомате [2]. ТС может находиться в десяти состояниях: q_0 — расположение неизвестно; q_1 — определен маршрут; q_2 — определено направление маршрута; q_3 — ТС оказалось в начальном узле сегмента; q_4 — оказалось между начальным и конечным узлом; q_5 — оказалось в конечном узле; q_6 — прибыло в начальный узел; q_7 — отправилось из начального узла; q_8 — прибыло в конечный узел; q_9 — завершило рейс.

Переход $q_i \rightarrow q_0$ означает отсутствие НТД, либо сход с маршрута. Переходы $q_{i=3,8} \rightarrow q_{j=3,5}$, названные скачками, возникают в случае проезда

узлов и сегментов. На рис. 11 указана схема конечного автомата без учета неожиданных ситуаций и скачков.

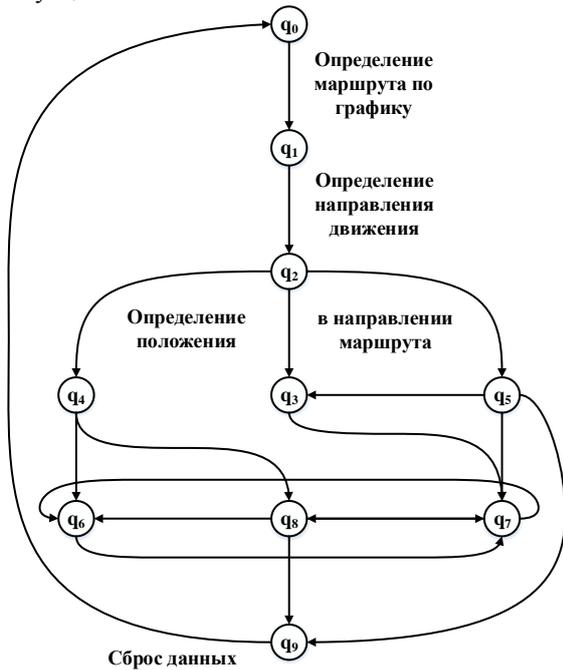


Рисунок 11 - Схема конечного автомата

Переход $q_0 \rightarrow q_1$ возникает после определения маршрута по текущему графику ТС. Для перехода $q_1 \rightarrow q_2$ разработан метод, основанный на треках движения ТС, построенных в каждом направлении маршрута, и выборе оптимального трека по длине и минимальному отклонению от графика ТС.

Регистрация параметров

Обозначим момент изменения состояния t^{q_i} . Интервал движения по сегменту рассчитывается при переходе $q_7 \rightarrow q_8$: $i = t^{q_8} - t^{q_7}$. Время задержки в узле рассчитывается при переходах $q_6 \rightarrow q_7$, $q_8 \rightarrow q_7$: $dt = t^{q_7} - t^{q_6, q_8}$.

Для определения t^{q_6, q_8} и t^{q_7} необходимо определить местонахождение ТС: в пределах узла или снаружи. Если узел представлен окружностью с радиусом ρ , проверяется выполнение неравенства $(x^v - x^o)^2 + (y^v - y^o)^2 \leq \rho^2$, если многоугольником, применяется метод трассировки луча.

Значения i и dt являются случайными только в контексте определенных условий: типа и технического состояния ТС, маршрута, поведения водителя, дорожного состояния, погодных условий и т.д. Для уменьшения количества критериев, ограничивающих случайность фиксируемых значений, распределим значения по сегментам и узлам маршрутов, а также по сезонам года, дням недели и времени суток.

Полученные случайные величины имеют нормальное распределение [4] и существует

возможность вычисления их статистических параметров:

$$M_{\eta+1}[Z^m] = \frac{\eta * M_{\eta}[Z^m] + Z_{\eta+1}^m}{\eta + 1}, \quad (3)$$

где Z^m — случайная величина периода m ; η — количество полученных ранее значений случайной величины Z^m ; $M_{\eta}[Z^m]$ — математическое ожидание величины Z^m по η значениям;

Z_{η}^m — η -ое значение случайной величины Z^m

$$D_{\eta+1}[Z^m] = \frac{\eta}{\eta + 1} \left(D_{\eta}[Z^m] + \frac{(M_{\eta}[Z^m] - Z_{\eta+1}^m)^2}{\eta + 1} \right), \quad (4)$$

где $D_{\eta}[Z^m]$ — дисперсия случайной величины Z^m по η значениям.

Заключение

Описаны оригинальные методы регистрации местоположения транспорта в маршрутной сети, накопления статистики изменения параметров движения маршрутного транспорта на основе навигационно-телеметрических данных, получаемых с использованием глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС.

Список литературы

1 Погребной В.Ю. Применение географических информационных систем в задачах оптимизации выбора маршрута, мониторинга и прогнозирования движения пассажирского транспорта / В.Ю. Погребной, А.С. Фадеев, Ю.А. Мартынова // Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития 2014: сборник научных трудов SWorld. 1-12 октября 2014 г. — №3(36). Том 10. — Одесса: КУПРИЕНКО СВ, 2014 — С. 40-52.

2 Погребной В.Ю. Алгоритмизация прогнозирования времени прибытия пассажирского транспорта города Томска на остановку с использованием модели, основанной на исторических и реальных данных [Электронный ресурс] / В.Ю. Погребной, А.С. Фадеев // Интернет журнал Науковедение. — 2013. — №6 (19). — С. 1-16. Режим доступа:

<http://naukovedenie.ru/PDF/100TVN613.pdf>

3 Марков Н.Г. Интеллектуальные навигационно-телекоммуникационные системы управления подвижными объектами с применением технологии облачных вычислений / Д.М. Сонькин, А.С. Фадеев, А.О. Шемяков, Т.Т. Газизов // Научное издание. М.: Изд-во Горячая линия—Телеком, 2011. — 158 с.

4 Горбанев, Р.В. Городские улицы и дороги с многополосной проезжей частью / Р.В. Горбанев, А.И. Красников, Е.И. Щербаков. — М.: Стройиздат, 1984. — 167 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ АЛГОРИТМА СЕГМЕНТАЦИИ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Власов А.В., Цапко И.В.

Томский политехнический университет, Отдел элитного технического образования
andark.postbox@mail.ru

Введение

Сегментация изображений является наиболее распространенной задачей при работе с данными в области компьютерного зрения. Зачастую, обработка происходит в режиме реального времени при получении ряда изображений или видеопотока и становится достаточно ресурсоемкой. Большинство алгоритмов сегментации используют информацию о пикселях изображения в последовательных циклах, что позволяет применять параллельные вычисления на большей части этапов этих алгоритмов. Применение параллельной обработки может заметно ускорить процесс сегментации изображений.

В данной работе рассматривалась обработка томографических снимков, предоставленных институтом синхротронного излучения (ISS) технологического института Карлсруэ KIT (Карлсруэ, Германия). Основной задачей являлась оптимизация алгоритма обработки изображений, разработанного и описанного в [1]. Этот алгоритм представляет собой модификацию алгоритма Канни и разработан специально для распознавания объекта и его положения на предложенных рентгенографических снимках. Оптимизация проводилась за счет применения параллельных вычислений.

Параллельная обработка

В настоящее время параллельная обработка применяется для многих вычислений, где присутствуют взаимно независимые данные. Распараллеливание может осуществляться на разных устройствах: многоядерных центральных процессорах или видеокартах с большим количеством потоковых процессоров. Применение каждого типа устройств сопровождается своим набором особенностей подготовки и передачи данных, а также различием в скорости вычислений [2].

Применение видеокарт подразумевает выбор одного из классов устройств NVIDIA: GeForce, Quadro или Tesla, применяемых чаще всего для вывода и обработки изображений, профессиональной обработки и неграфических вычислений соответственно (или аналогичных у AMD).

Многоядерные центральные процессоры отличается универсальностью в плане применения к различным типам задач, быстрым доступом к памяти с данными и большим количеством оптимизированных наборов инструкций [3].

Еще один важный фактор при распараллеливании вычислений это выбор парадигмы программирования, определяющий тип параллелизма. Разделение по данным – разделение всех данных происходит по вычислительным узлам, и они обрабатываются одной функцией. Функциональный параллелизм – когда разделение идет по задачам, на каждом узле решается одна несвязанная с другими проблема [4]. Также важно учитывать технологию распараллеливания: системы с общей памятью или системы с распределенной памятью.

Сравнение средств и подходов параллельной обработки

Для решения поставленной задачи были рассмотрены варианты использования многоядерных процессоров Intel и видеокарт NVIDIA для оптимизации обработки полученных рентгенографических изображений путем распараллеливания вычислений.

Видеокарты используют большое количество вычислительных процессоров и имеют особую архитектуру, нацеленную на обработку графики, поэтому рассчитаны на массивно параллельные вычисления.

Согласно [5] линейка видеокарт NVIDIA Tesla показывает более высокие показатели производительности, чем серии GeForce и Quadro. Tesla представляет более высокий класс видеокарт нацеленных на параллельные вычисления. Такие вычисления с помощью видеокарт могут быть направлены не только на обработку и вывод изображения, но и на решение неграфических задач. В [4] приводятся результаты сравнительных тестов некоторых карт и производительности процессора от Intel (рис. 1).

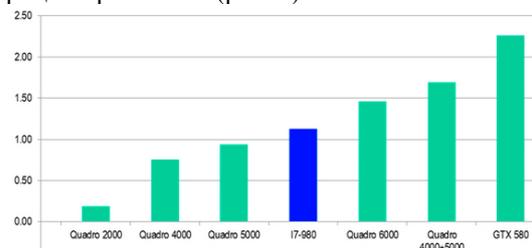


Рисунок 1 - Сравнительные тесты по неграфическим вычислениям.

Несмотря на более высокие вычислительные показатели, видеокарты обладают рядом недостатков, связанных с передачей данных в память устройства. Заметные потери на загрузку информации на обработку обусловлены ограниченностью пропускного канала.

Центральный процессор обычно использует быструю кэш память и оперативную память, поэтому видеокартам на перенос блоков обрабатываемой информации по сравнению с процессорами требуется намного больше времени.

С использованием многоядерных процессоров связано не только наличие более быстрого доступа к памяти, но и возможность распараллеливания по функциям и по данным. Также немаловажным является наличие стандартов параллельного программирования MPI, OpenMP или более современных решений, значительно сокращающих усилия программиста на проектирование и реализацию алгоритмов. Программирование для исполнения алгоритмов на видеокартах является комплексной задачей и требует большего внимания к архитектуре программных и аппаратных средств, а также более глубоких фундаментальных знаний в области параллельных вычислений [6].

Применение параллельных вычислений

Поставленная задача сегментации может быть рассмотрена в двух ракурсах: обработка потоковой информации в реальном времени при получении изображений на томографе и постобработка для более точной сегментации полученных массивов данных.

Рассматриваемый алгоритм, предназначенный для сегментации предлагаемых рентгенографических изображений, можно разбить на несколько последовательных шагов (рис. 2).



Рис. 2. Структурная схема алгоритма выделения границ

Данные в каждом следующем шаге (выполнении отдельной функции) требуют результатов обработки предыдущего шага, поэтому функциональное распараллеливание частично ограничено, но может использоваться конвейерная обработка, особенно в варианте потоковой обработки. При этом выгоднее применять многоядерные процессоры в силу более быстрого доступа к памяти [7].

Вариант распараллеливания по данным более эффективен с точки зрения использования

видеокарт применительно к постобработке полученных изображений. В этом случае более длительная загрузка в память устройства не так критична, как при потоковой обработке, а высокая скорость обработки позволяет справиться с задачей в более короткие сроки, чем при использовании многоядерного процессора.

В итоге обработку потока информации в реальном времени лучше производить на многоядерных процессорах. Более точную постобработку больших массивов данных оптимально выполнять на видеокартах.

Выводы

В работе рассмотрены варианты оптимизации алгоритма сегментации рентгенографических изображений путем применения распараллеливания вычислений с помощью многоядерных процессоров и видеокарт. Описаны преимущества и недостатки использования возможных методов и подходов параллельной обработки. Выбраны наиболее оптимальные сочетания программно-аппаратных средств для решения задачи сегментации изображений заявленного типа.

Список литературы

1. Цапко И. В., Власов А. В. Выделение объектов на изображениях методом поиска границ регионов // Автоматизация. Современные технологии. - 2015 - № 9. - С. 33-38.
2. Bräunl T. et al. Parallel image processing. – Springer Science & Business Media, 2013.
3. Абрамов С. М. и др. Миграция от MPI к платформе OpenTS: эксперимент с приложениями PovRay и ALCMD // Труды Межд. конф. «Программные системы: теория и приложения», Переславль-Залесский. – 2006. – С. 265-275.
4. Happ P. N., Feitosa R. Q., A Parallel Image Segmentation Algorithm On Gpus, Proceedings of the 4th GEOBIA, May 7-9, 2012 - Rio de Janeiro - Brazil. p.580.
5. Марчевский С., Nvidia для профессиональных 3D приложений [Электронный ресурс] // Социальное СМИ об ИТ «Хабрахабр»: офиц. сайт. – М : Тематические Медиа, 2006–2015. - Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/142369/>, свободный. - Загл. с экрана (дата обращения: 20.10.2015).
6. Полетаев С. А. Параллельные вычисления на графических процессорах // Конструирование и оптимизация параллельных программ. В сб. Новосибирск: Институт систем информатики им. АП Ершова СО РАН. – 2008.
7. Tilton J. C. Image segmentation by iterative parallel region growing with applications to data compression and image analysis //Frontiers of Massively Parallel Computation, 1988. Proceedings., 2nd Symposium on the Frontiers of. – IEEE, 1988. – С. 357-360.

АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ КОНФИГУРАЦИИ ТРАНСПОНДЕРА БОРТОВОГО РЕТРАНСЛЯЦИОННОГО КОМПЛЕКСА СПУТНИКА СВЯЗИ

Савенко И.И., Суходоев М.С.

Научный руководитель: Цапко С.Г.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики

igsavenko@tpu.ru

За счет наращивания пропускной способности бортовых ретрансляторов СР с целью максимально эффективного использования выделенных позиций на геостационарной орбите и увеличения экономической эффективности СР, происходит усложнение схемы БРТР. Можно выделить следующие факторы влияющие на усложнение структуры:

1. количество транспондеров БРТК;
2. средства резервирования;
3. использование схемы с многократным преобразованием частоты;
4. обеспечение прямого и обратного канала связи.

Учитывая выше описанные факторы и то, что в состав одного транспондера прозрачного типа может входить порядка 20 устройств (включая переключатели) и то, что количество транспондеров в современных РТР может достигать 100, как следствие коммутационная матрица достигает значительных размеров, а схема разрастается до колоссальных размеров, то процесс конфигурации в ручном режиме становится затруднительным для оператора, в статье предлагается алгоритм нахождения оптимальной конфигурации БРТК в лете, где БРТК рассматривается как ориентированный взвешенный граф. В предыдущей статье была разработана математическая модель, основанная на теории автоматов, что позволило определить критерии, которые должны быть учтены при нахождении оптимальной конфигурации транспондера.

Связанные работы

В статье [2] ученые выделяют 3 задачи возникаемые при нахождении оптимальной конфигурации ретранслятора:

1. Начальная конфигурация на земле. Данная задача возникает на этапе проектирования РТР и заключается в определении начальных позиций переключателей, для оптимальной начальной конфигурации в лете.

2. Конфигурация в лете. При решении данной задачи необходимо свести к минимуму количество используемых переключателей, а также количество их вращений.

3. Реконфигурация РТР в лете с активными транспондерами. Задача реконфигурации может возникать в случае отказа активного оборудования, при решении данной задачи необходимо обеспечить минимальное прерывание активных

каналов, минимизировав количество вращаемых переключателей.

В этой же статье авторы приводят математические модели для каждой вышеописанной задачи, а также описание разработанных ими успешных алгоритмов. Их модели позволяют находить все возможные конфигурации (состояния) БРТК в зависимости от текущего состояния, что не всегда является необходимым оператору.

Другие ученые в статье [1] предлагают использование рекурсивного алгоритма поиска в ширину для нахождения всех возможных путей коммутации каналов. Проведенные учеными эксперименты показали эффективные результаты на не большой коммутационной сети (семь переключателей и девять усилителей), но можно ожидать, что для больших коммутационных сетей алгоритм будет ограничен из-за его временной сложности.

Хочется отметить, что на практике для оператора вместо полного перебора всех возможных решений, больший интерес представляет единственное оптимальное решение для конкретного состояния БРТК.

Описание алгоритма

Алгоритм предлагаемый в данной статье является частным случаем задачи реконфигурирования РТР в режиме эксплуатации, суть алгоритма заключается в нахождении оптимальной конфигурации транспондера, учитывая следующие ограничения: минимальное количество устройств, входящих в состав транспондера;

- работоспособность и состояние бортового оборудования (включен, выключен или вышел из строя);
- резервное оборудование и соответствие входных портов с выходами ранжированных по приоритету.

Описание схемы РТР в программном виде представляется как граф и хранится в многосвязном списке. Это связано с представлением узлов графа полноценными программными моделями приборов с заложенным в них поведением и свойствами, что позволяет определить, например, статус прибора, его тип или положение переключателя. Список формируется при инициализации алгоритма и имеет сложность $O(n^2)$. Список хранит указатели на объекты, а также указатели на входные и выходные элементы с различной степенью связности -

количество полей структурных указателей. Такие структуры организации данных называют плексами (plexus - сплетение).

Текущую конфигурацию РТР необходимо учитывать при преобразовании схемы РТР во взвешенный ориентированный граф. Для этого необходимо следовать правилам:

- все устройства обозначаются в виде узлов графа;
- все возможные соединения устройств отображаются в виде ребер, соединяющие соответствующие узлы графа.

- веса (длины) ребер, входящие в резервные устройства, устанавливаются равными максимальному количеству переключателей в одной матрице переключателей. Остальные веса ребер устанавливаются равными 1.

- соединения вышедших из строя устройств в графе не отображаются (например, устройства С5 и Н2 на рисунке ...);

- переключатели, через которые проходят активные транспондеры, отображаются в графе в виде двух узлов и ребер, соединяющие устройства при текущем положении переключателя

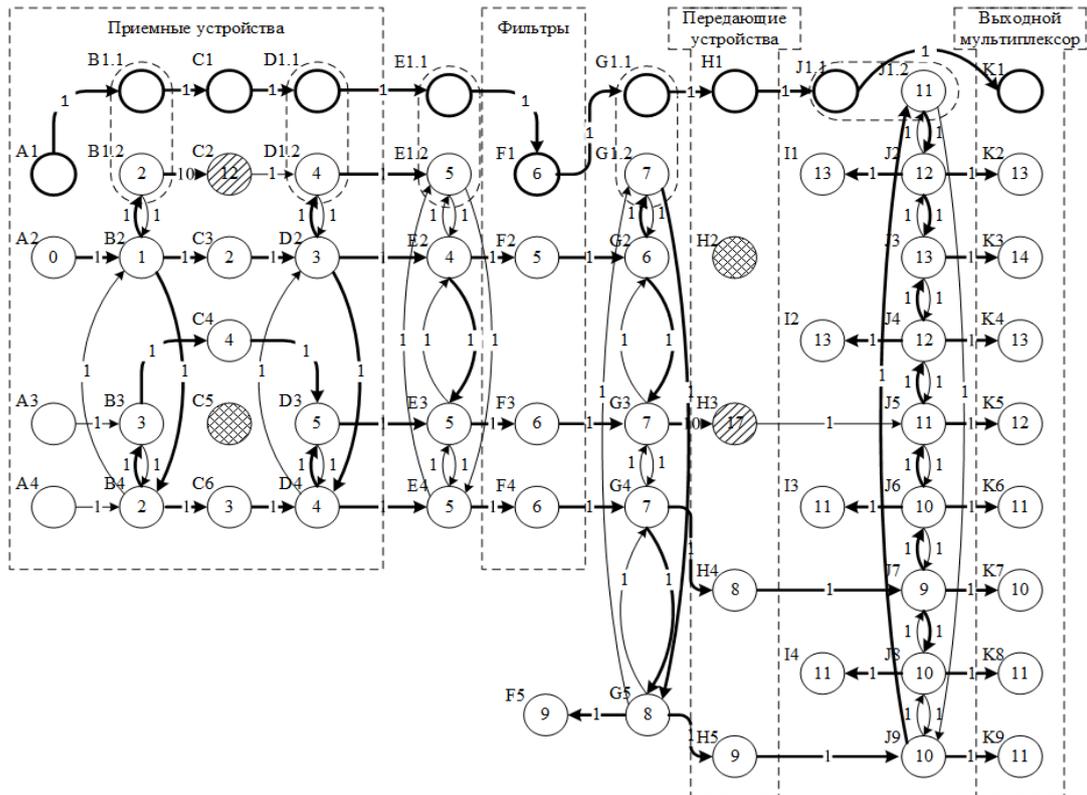


Рисунок 1 - Ориентированный взвешенный граф, соответствующий схеме РТР

В реализованном алгоритме предлагается использовать матрицу приоритетов для оптимизации поиска оптимальной конфигурации транспондера, в данной матрице описываются соответствие входных портов и выходов (отсортированных по приоритету). Реализация алгоритма ведется в рамках разработки платформы проектирования средств управления бортовым ретрансляционным комплексом, представленной в статье [3].

Список литературы

1. Gulgonul, S., E. Koklukaya, I. Erturk, and A. Y. Tesneli. 2012. "Communication Satellite Payload Redundancy Reconfiguration." In Proceedings of the First IEEE Aerospace and Electronic Systems

- Society (AESS) European Conference on Satellite Telecommunications (ESTEL 2012), 2–5 October 2012, Rome. doi:10.1109/ESTEL.2012.6400090

2. Apostolos Stathakis, Grégoire Danoy, Pascal Bouvry, El-Ghazali Talbi & Gianluigi Morelli (2015): Optimizing communication satellites payload configuration with exact approaches, Engineering Optimization, DOI: 10.1080/0305215X.2014.995176

3. Савенко, Игорь Игоревич. Платформа структурного описания схем бортовых ретрансляторов [Электронный ресурс] / И. И. Савенко, М. С. Суходоев, С. Г. Цапко // Перспективы науки. – 2014. – № 1 (52). – [С. 60–62]. — Заглавие с экрана. — Свободный доступ из сети Интернет.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ТКАНИ МИОКАРДА НА МЕРЦАТЕЛЬНУЮ АРИТМИЮ

Нгуен Тхи Динь, Огородников А.С.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
dinhnguyen1610hv@gmail.com

Введение

Под мерцательной аритмией на сегодняшний день понимают учащение ритма и беспорядочное сокращение сердечной мышцы, которые, в свою очередь, являются результатом возбуждения хаотических ионных токов [1]. В работе рассматривается модель (рис.1), упрощенная геометрическая структура которой близка к реальной геометрии человеческого сердца, как и в работе [2], а потенциалы электрического поля, генерируемого в сердечной мышце, находятся из решения краевой задачи для системы нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных Ландау-Гинзбурга [3]. Для исследования таких аритмий создаются трехмерные модели распространения ионных токов по клеткам миокарда человеческого сердца.

Материал и методы

Легковозбудимые среды – это общее понятие, которое используется при моделировании большого числа физических явлений, в частности, распространения электрических сигналов в сердечной мышце [2]. Уравнения Ландау-Гинзбурга для возбудимых сред описывают простейшие физиологические модели с двумя переменными, активатора и ингибитора [4]:

$$\begin{cases} u_{1t} - \Delta(u_1 - c_1 u_2) = u_1 - (u_1 - c_3 u_2)(u_1^2 + u_2^2) \\ u_{2t} - \Delta(c_1 u_1 + u_2) = u_2 - (c_3 u_1 + u_2)(u_1^2 + u_2^2) \end{cases} \quad (1)$$

Здесь u_1 – потенциал активатора, и u_2 – потенциал ингибитора. Константы c_1 и c_3 – параметры, отражающие электрофизические свойства среды. Данные константы характеризуют наличие и устойчивость решений и определяются электропроводящими свойствами клеток сердечной мышцы.

Начальное условие ($t = 0$) определяет распределение потенциалов u_1 и u_2 :

$$\begin{cases} u_1(0, x, y, z) = \tanh(z) \\ u_2(0, x, y, z) = -\tanh(z) \end{cases} \quad (2)$$

Граничные условия (3-4) как для u_1 , так и для u_2 принимаются изолированными (граничное условие Неймана), основываясь на допущении, что модель закрытая, т.е. ионные токи распространяются внутри сердца, замыкаясь на его поверхности, и не уходят наружу в другие органы.

$$\left. \frac{\partial u_1}{\partial n} \right|_{M(x,y,z) \in S} = 0 \quad (3)$$

$$\left. \frac{\partial u_2}{\partial n} \right|_{M(x,y,z) \in S} = 0 \quad (4)$$

где $M(x,y,z)$ – точка, лежащая на поверхности сердца, \vec{n} – вектор нормали.

Метод конечных элементов (который реализован в пакете COMSOL) выбран в качестве метода решения системы нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных (1). Использование данного метода подразумевает введение некоторых упрощений в исходную модель. В частности, поверхность геометрического тела для метода конечных элементов представляет собой набор подобластей, определяемых конечным числом параметров.

Результаты

На рис. 2 представлено распределение потенциала u_1 возникающих хаотических ионных токов (мерцательная аритмия), а на рис. 3 представлено распределение потенциала u_1 , соответствующее стабильному сердцебиению. Наиболее интенсивный светлый оттенок соответствует наибольшему значению потенциала, темный – соответствует наименьшему значению потенциала.

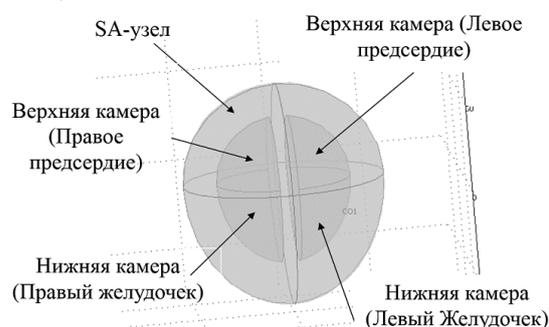


Рисунок 1 - Упрощенная модель сердца

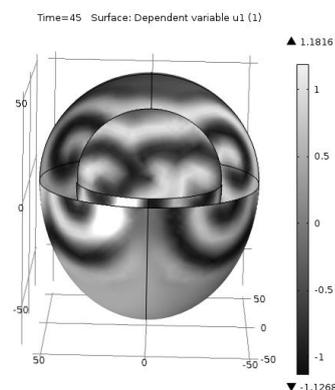


Рисунок 2 - Распределение потенциала u_1 , характеризующее возникновение мерцательной аритмии

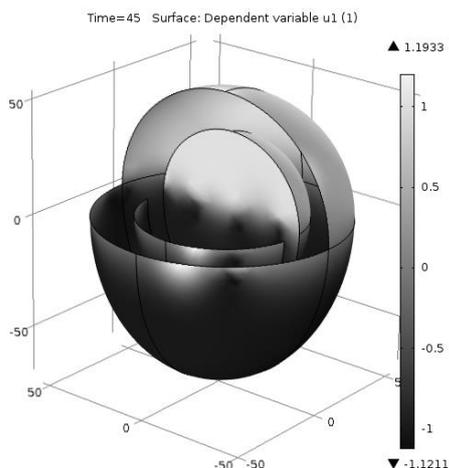


Рисунок 3 - Распределение потенциала u_1 , соответствующее стабильному сердцебиению

На рис. 4 представлена зависимость возникновения мерцательной аритмии δ от значений c_3 при $c_1 = 1,5$. Численные расчеты показали, что мерцательная аритмия отсутствует ($\delta = 0$) при $1 \leq c_3 \leq 2$ и присутствует ($\delta = 1$) при остальных значениях c_3 .

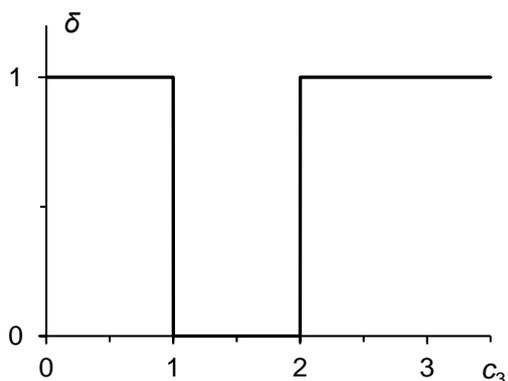


Рис.4. Область значений c_3 , характеризующих стабильное сердцебиение

Заключение

Для решения поставленной задачи использовался метод конечных элементов, использовался набор встроенных модулей COMSOL Multiphysics для моделирования физических процессов, связанных с рассматриваемым процессом, в частности, модули, основанные на математических формулировках задач. Кроме того, построена трехмерная модель сердца и визуализирована передача электрических сигналов в электрической системе сердца. Следует

отметить, что результаты, представленные в данной работе, могут быть использованы только в качестве первой оценки качественного поведения, которое можно ожидать от системы при заданных биохимических, электрофизических параметрах тканей.

Дальнейшие результаты моделирования могут быть получены путем изменения констант c_1 и c_3 таким образом, чтобы найти области существования устойчивых колебаний электрических потенциалов. В дальнейшем в ходе проведения вычислительных экспериментов необходимо также подбирать параметры решателей и сеток таким образом, чтобы избежать численной неустойчивости.

Список использованных источников

1. Кушаковский М.С. Аритмии сердца. – М.: Наука. – 1992. – 465 с.
2. Асланиди О.В., Морнев О.А. Эхо в возбудимых волокнах сердца // Математическое моделирование. – 1999. – Т.11. – С. 3-22.
3. Дядова А.В., Огородников А.С. Моделирование распространения электрических сигналов в сердечной мышце человека с использованием программного пакета COMSOL // Бюллетень сибирской медицины. – 2014. – Т.13. – №4 – С. 43-46.
4. FitzHugh R.A. Impulses and physiological states in theoretical models of nerve membrane // Biophys. J., 1961. pp. 445—461
5. Клиническая аритмология / Под ред. проф. А.В. Ардашева. - М.: Медпрактика-М, 2009. - 1220 с.
6. Мэнсфилд П. Быстрая магнитно-резонансная томография // Успехи физических наук. - 2005. -т. 175, № 10. - 1044-1052 с.
7. Зудбинов Ю.И. Азбука ЭКГ. - Издание 3. - Ростов-на-Дону: «Феникс», 2003.- 160 с.
8. Елькин Ю. Е., Москаленко А. в. Базовые механизмы аритмий сердца // Клиническая аритмология / Под ред. проф. А. В. Ардашева - М.:Медпрактика, 2009. - 45-74 с.
9. Ефимов И.Р., Ченг ю., Самбелашвили А.Т., Прогресс в изучении механизмов электрической стимуляции. - Вестник аритмологии, 2002. - 79-83 с.
10. Алиев Р.Р. Концептуальные и детальные математической модели электрической активности миокарда: автореф. дис. д-ра физ.-мат. наук: 10.10.07 / Алиев Рубин Ренатович - Пушино. - 2007. - 2-8 с

МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ ВЕРОЯТНОЙ ФАЗОЧАСТОТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ С ПОМОЩЬЮ СКАЛЯРНОГО ИЗМЕРЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ

Зинченко М.В., Залевский, А.А.

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, РТФ
Zinmih@bk.ru

Введение

В данной статье представлена методика вычисления вероятной фазо-частотной характеристики (ФЧХ) линейной электрической цепи (ЛЭЦ). Исходя только из модулей амплитуд сигналов, получить которые можно с помощью вольтметра.

Методика измерения фазы

Методика измерения фазы основана на том, что линейная цепь подчиняется принципу суперпозиции (наложения). Принцип можно объяснить тем, что сигнал в виде гармонического колебания с частотой f_0 взаимодействует только с сигналами той же частоты и не влияет на сигналы с отличными частотами.

Коэффициент передачи $K(\omega)$ цепи представляет собой комплексную функцию, модуль которой равняется амплитудно-частотной характеристике цепи, аргумент - фазо-частотной. При измерении АЧХ достаточно измерить отношение действующих амплитуд входа и выхода цепи, а при вычислении ФЧХ без специального оборудования возникает некоторая трудность. Но есть возможность вычислить ФЧХ с помощью генератора сигнала, сумматора и вольтметра

Основываясь на принципе суперпозиции можно сделать заключение, что суммируя два гармонических сигнала одной частоты, мы получим результирующее колебание той же частоты. Перейдем в векторную форму представления гармонических сигналов (рис. 1).

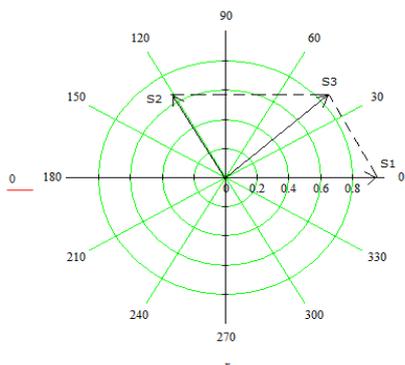


Рисунок 1 - Входные вектора в полярных координатах

где: $S1(t)=\cos(\omega t)$ - сигнал, подаваемый на вход,

$S2(t)=|K|*\cos(\omega t+\arg(K))$ - сигнал прошедший через ЛЭЦ,

$S3(t)=S1(t)+S2(t)$ - сумма подаваемого и прошедшего через цепь сигналов.

Сложение производится по правилам векторов (правилам параллелограмма).

Таким образом, мы получаем треугольник с известными сторонами $|S1(t)|$, $|S2(t)|$, $|S3(t)|$, неизвестными углами. Угол между $S1(t)$ и $S2(t)$ равняется α и вычисляется по теореме косинусов.

Зная, что:

$$|S3|^2 = |S1|^2 + |S2|^2 - 2|S1||S2| \cos(\alpha)$$

$$\alpha = 180 - \arccos\left(\frac{|S1|^2 + |S2|^2 - |S3|^2}{2|S1||S2|}\right) \quad (1)$$

Таким образом, мы имеем возможность вычислять фазу с точностью до знака.

Структурная схема. Измерения фильтра

На рисунке 1.2 представлена структурная схема измерения данных.

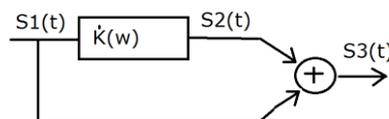


Рисунок 2 - Схема измерения данных.

Измеряемой цепью был выбран фильтр нижних частот четвертого порядка (рис 3).

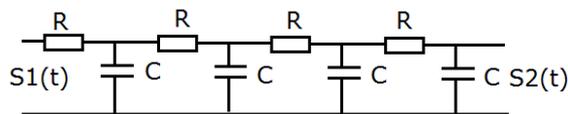


Рисунок 3 - Схема исследуемой цепи.

Коэффициент передачи равняется:

$$K(P) = \frac{1}{P^4 C^4 R^4 + 7P^3 C^3 R^3 + 15P^2 C^2 R^2 + 10P C R + 1}$$

где: $C = 22$ нФ $R = 390$ Ом

Расчетная ФЧХ представлена на рисунке 4.

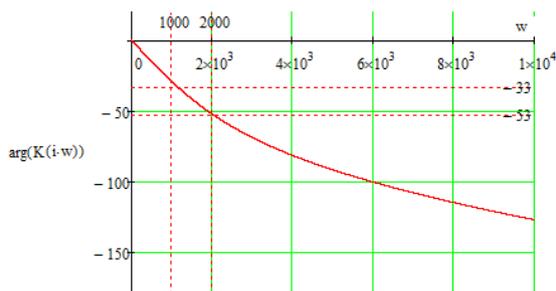


Рисунок 4 - Частотные характеристики линейной цепи.

На частотах 1, 2, 10 кГц, были сняты осциллограммы (рис 5) и замерено напряжение вольтметром. По измеренным параметрам вычислялась вероятная ФЧХ ЛЭЦ, результат которой представлен в таблице 1.

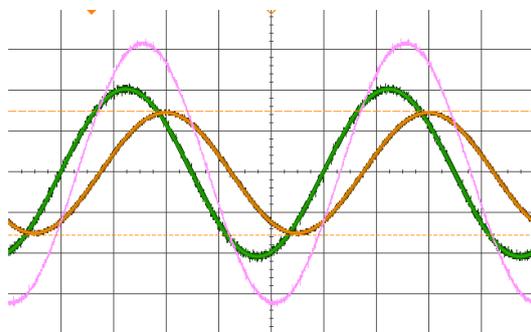


Рисунок 5 - Осциллограмма сигналов. Масштаб сетки 0.2 В/100мкс

Таблица 1 Результаты измерений

кГц	S1(t), В	S2(t), В	S3(t), В	1	2	3
1	0.96	0.84	1.75	33.1	-32.1	-29.15
2	0.85	0.61	1.3	53.2	-51	-52.17
10	0.71	0.14	0.64	140	-136.5	-127.6

Где графа:

- "1"-полученная рассматриваемым методом,
- "2" результат, полученный осциллографом,
- "3" теоретически вычисленная.

Определение знака фазы

Возможное решение проблемы определения знака фазы заключается в установке фазовращателя на один из подаваемых на вход сумматора сигнал. Таким образом мы можем изменять фазу одного из сигналов и смотреть за динамикой изменений. Если Амплитуда с сумматора увеличивается значит фазовращатель

уменьшает разность между фазами двух сигналов. Это влечет за собой следствие что если мы сообщали сигналу дополнительную фазу, то фаза имеет положительное значение. Если же отнимая фазовый сдвиг мы наблюдаем увеличение, то фаза отрицательная. Стоит отметить, что фазовращатель должен быть установлен в ННУ.

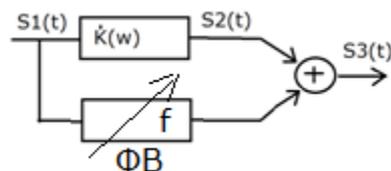


Рисунок 5 Схема измерения знака фазы.

Заключение

Данный метод измерения фазы легко реализуем и довольно прост в использовании, также устройство, вычисляющее фазу может быть собрано на АУ или любом другом сумматоре. Однако этот метод требует наличие генератора с возможностью перестроиться на необходимую для анализа частоту. Также данный метод имеет ряд недостатков:

- невозможность определить знак фазы без фазовращателя.
- геометрических фактор - низкий коэффициент передачи, или фаза стремится к 180 градусам.
- погрешность, внесенная измеряемыми приборами при высоком геометрическом факторе, достигает больших значений.
- данный метод работает только для линейных цепей, потому что при нелинейности порождаются новые гармоники. Так как вольтметр высчитывает действующее значение (2) напряжение сигнала, с ростом нелинейности цепи растет и погрешность.

Список использованных источников

1. Каратаева Н.А. Радиотехнические цепи и сигналы. Теория сигналов и линейные цепи. Учебное пособие. Томск: ТУСУР, 2003. – 255 с. (108 экз.) ISBN 5-86889-175-9.
2. Баскаков С. И. Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Высш. школа, 2005. – 462 с. (304 экз.) ISBN: 5-06-003843-2.
3. Учебное методическое пособие. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1. Теория сигналов и линейные цепи. Каратаева Н. А, Киселев П. Томск: ТУСУР, 2012. – 33 с. Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/training/publicatos/2790>.
4. Атабеков Г.И. Основы теории цепей Учебник для вузов. Москва 1969-427 стр. ISBN 5-86889-175-9

АНАЛИЗ МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ЗАДАЧЕ ВЫБОРА СКВАЖИН-КАНДИДАТОВ НА ПРОВЕДЕНИЕ ГЕОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ

Васильева Е.Е.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
katya-vas@mail.ru

Введение

В виду высокой потребности в таком виде сырья как нефть и газ особую актуальность приобретают методы увеличения их добычи. Разработка месторождений требует качественной работы геологов и больших затрат ресурсов. В связи с этим нефтегазодобывающие предприятия пытаются достичь увеличения добычи нефти и газа на существующих скважинах. Одним из способов достижения этой цели является проведение геолого-технических мероприятий (ГТМ) на скважинах, которые потенциально могут иметь большой дебит. Процедуру подбора ГТМ можно разделить на две крупные задачи: выбор скважин-кандидатов на проведение ГТМ и подбор подходящего ГТМ для каждой выбранной скважины. На большинстве российских и зарубежных нефтегазодобывающих предприятий описанные задачи решаются вручную или с частичной автоматизацией некоторых расчетов, поэтому актуальным остается развитие методов и алгоритмов для их автоматизированного или автоматического решения. Перспективным видится применение методов интеллектуального анализа данных – метода кластеризации данных.

В докладе рассматриваются особенности применения кластеризации для решения задачи выбора скважин-кандидатов на проведение ГТМ, проводится анализ существующих методов и алгоритмов кластеризации данных.

Постановка задачи кластеризации

Математическая постановка задачи кластеризации применительно к выбору скважин-кандидатов на проведение ГТМ из фонда скважин нефтегазодобывающего предприятия может быть выражена следующим образом: на множестве исследуемых скважин n , характеризующимися m геологическими и промысловыми параметрами, провести их разбиение на k кластеров (групп) таким образом, чтобы наиболее похожие скважины принадлежали одному кластеру [1]. Одной из k найденных групп будет искомое подмножество скважин-кандидатов для проведения ГТМ.

Разбиение множества методов кластеризации можно провести в зависимости от выбранного критерия. Более структурированной видится классификация, изображенная на Рис. 1.

Оценим выделенные методы кластеризации и реализующие их алгоритмы с точки зрения их применимости для решения задачи выбора скважин-кандидатов на проведение ГТМ.



Рисунок 12 - Схема классификации методов кластеризации

Анализ методов и алгоритмов кластеризации

Можно выделить следующие требования, предъявляемые к методам и алгоритмам кластеризации в случае их применения для решения задачи выбора скважин-кандидатов на проведение ГТМ:

1. Нет необходимости предварительного задания числа групп (кластеров), на которое необходимо разбить исходное множество объектов. Это связано со сложностью определения конкретных групп, а именно их числа и признаков (так, выделение двух групп – скважины-кандидаты и остальные скважины – грубое разбиение, не обеспечивающее приемлемой точности при решении данной задачи).

2. Стабильная работа на одном и том же наборе исходных данных (найденные группы на одном и том же наборе при одинаковых значениях параметров используемого алгоритма должны быть идентичны).

3. Применимость алгоритма на многопараметрических объектах, каковыми являются скважины.

Согласно описанным выше требованиям, применение статистических методов кластеризации (реализуются, например, EM-алгоритмом, который основывается на том, что каждый кластер имеет свое вероятностное распределение, поэтому на исходном множестве объектов образуется смесь распределений, которую необходимо разделить [2]) не подходит для решения задачи выбора скважин-кандидатов на проведение ГТМ, так как требуется задание числа кластеров и для высоко размерных данных сложно сформировать общую функцию распределения.

Анализ также показывает, что итеративные методы (реализуемые алгоритмами K-means, K-medoids, ISODATA) [1], стремящиеся

минимизировать квадратичную ошибку между центрами кластеров и объектами, относящимися к этим кластерам, не удовлетворяют описанным требованиям, так как требуют предварительного задания числа кластеров, а алгоритм K-means не выполняет требование 2.

К числу исключенных алгоритмов можно отнести самоорганизующиеся карты Кохонена, реализующие один из методов на основе искусственного интеллекта, а именно, метода на основе применения нейронных сетей. Данный алгоритм также не удовлетворяет требованию о предварительном задании числа кластеров [3].

Дальнейший анализ с целью выбора подходящих методов и алгоритмов кластерного анализа проведем применительно к иерархическим методам, которые, в свою очередь, подразделяются на агломеративные (восходящие) и дивизимные (нисходящие) [2]. Агломеративные методы характеризуются тем, что в исходном множестве объектов каждый объект считается отдельным кластером. На каждом шаге наиболее схожие объекты и кластеры объединяются, пока все объекты не попадут в один кластер. Для дивизимных методов исходное множество объектов представляется в виде одного кластера, который делится на каждом шаге на составляющие кластеры. В результате работы алгоритмов, реализующих иерархические методы, получается иерархия вложенных объектов, которая может быть удобно представлена в виде дендрограмм – древовидных структур, которые строятся путем пошагового объединения наиболее «похожих» объектов и групп объектов, при этом при объединении «непохожих» по мере сходства (расстояния) объектов (групп объектов) образуется визуальный скачок. В рамках рассматриваемой задачи анализ полученной дендрограммы позволит определить число кластеров, при котором полученные кластеры будут представлять полезную информацию о существующих кластерах скважин на фоне скважин предприятия. Одним из найденных кластеров будет искомым кластер скважин-кандидатов для ГТМ.

Графовые методы кластеризации, которые основываются на теории графов [2], также могут быть применены для решения описанной задачи. Одним из реализующих такие методы является алгоритм MST – минимального остовного дерева, который способен выявлять кластеры произвольной формы и имеет не зависящую от числа параметров временную сложность, что немаловажно для многопараметрических объектов, которыми являются скважины.

Еще одними перспективными видятся плотностные методы кластеризации (например, реализованные в виде алгоритмов DBSCAN, SUBCLU и т.п.), которые позволяют находить сгущения объектов в многомерном пространстве параметров и считать их кластерами [4]. Эти

методы находят кластеры произвольной формы и устойчивы к шумам, но, в случае, если искомые кластеры имеют разную плотность, они не будут корректно распознаны. В случае работы с геологическими и промысловыми данными о скважинах и продуктивных пластах, последнее ограничение не существенно, т. к. реальные данные редко образуют кластеры разных плотностей.

И, наконец, рассмотрим применимость методов на основе решеток (реализуются алгоритмами WaveCluster [5], CLIQUE и другими) к решению задачи выбора скважин-кандидатов на проведение ГТМ. Такие методы и алгоритмы могут быть применены к исходному множеству скважин и продуктивных пластов, в силу того, что они не противоречат описанным требованиям, но основной направленностью этих методов является обработка больших объемов исходных объектов, что в случае со скважинами отдельного предприятия может быть излишне.

Заключение

Была рассмотрена возможность повышения уровня автоматизации путем применения методов и алгоритмов кластеризации. Она используется для выявления нетривиальных групп на исследуемом множестве объектов, что может быть использовано для решения задачи выбора скважин-кандидатов на проведение ГТМ. В связи с этим был проведен анализ некоторых методов и алгоритмов кластеризации, что позволило определить из их числа подходящие для решения описанной задачи.

Список использованных источников

1. Ту Дж., Гонсалес Р. Принципы распознавания образов. – М.: Мир, 1978. – 412 с.
2. Айвазян С.А., Бухтштабер В.М., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика: классификация и снижение размерности. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 607 с.
3. Келлер Ю.А. Применение кластеризации данных на основе самоорганизующихся карт Кохонена при подборе скважин-кандидатов для методов увеличения нефтеотдачи // Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика. – 2014. – №3 (28) – С. 32–37.
4. Ester M., Kriegel H.-P., Sander J., Xu X. A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise // Proceedings of the Second International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, August 2–4, 1996, Portland, Oregon. – The AAAI Press. – P. 226–231.
5. Sheikholeslami G., Chatterjee S., Zhang A. WaveCluster: A Multi-Resolution Clustering Approach for Very Large Spatial Databases // Proceedings of the 24th VLDB Conference, August 24–27, 1998, New York, NY. – Morgan Kaufmann Publishers Inc. – P. 428–439.

ОЦЕНКА КПД ВОЛНОВОГО РЕДУКТОРА С МОДИФИЦИРОВАННЫМ ПРОФИЛЕМ ЗУБА

Степанова Д.Л.

Научный руководитель: Крауиньш П.Я.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
dasami2@mail.ru

В данной работе рассматривается тип редуктора: волновой редуктор с модифицированным профилем зуба. Данный редуктор характеризуется высоким передаточным числом, высокой нагрузочной способностью. Одновременно вес и габариты редуктора малы.

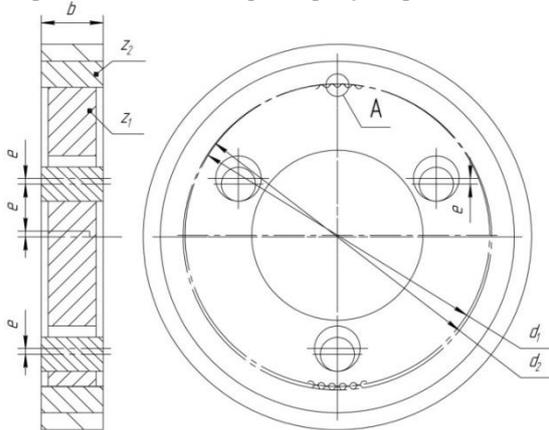


Рисунок 1 - Кинематика редуктора

На рис.1 представлена кинематика движения редуктора. Шестерня z_1 напрессована на подшипник, а сам подшипник на эксцентриковый вал. Шестерня также установлена на трех неподвижных пальцах с диаметральной зазором, равным $2e$. Число зубьев z_1 шестерни меньше числа зубьев z_2 колеса, происходит редуцирование движения колеса по отношению к входному эксцентриковому валу. Само колесо центрируется по направляющим. Характерной особенностью волнового редуктора с модифицированной формой зуба является возможность получения разности между числом зубьев колеса и шестерни в один зуб. Данная разница позволяет получить необходимое распределение нагрузки сразу на несколько зубьев, что позволяет повысить нагрузочную способность редуктора без увеличения габаритов редуктора.

Значение КПД многофакторный показатель, зацепления во многом зависит от силы трения, возникающей в зоне зацепления. Благодаря модификации зуба, уменьшается сила трения скольжения, так как сокращается путь скольжения на каждом зубе. Сокращение пути трения снижает потери в зацеплении при работе механизма.

Для оценки значения КПД, проведём следующее исследование. Для того чтобы численно представить величину потерь на трение скольжения необходимо определить полный путь и путь трения скольжения. Согласно теоретическим данным полный путь трения скольжения за один

оборот составляет $\frac{1}{4}$ длины окружности зуба, в нашем случае радиус зуба 5 мм:

$$S_{\text{теор}} = \frac{2\pi R}{4} = \frac{\pi R}{2} = 3.14 * \frac{5}{2} = 7.85 \text{ мм}$$

Для того чтобы определить практический путь трения, создадим трехмерную модель зубчатого зацепления и воспользуемся методом интерферирования. Поворачиваем эксцентрик на определенный угол до того момента пока зуб шестерни не вернется в начальное положение соседнего зуба колеса. Исследования проводятся для пары зубьев на протяжении времени вхождения в контакт, контакта и прекращения взаимодействия. Взаимодействие зубьев будет проходить в два этапа: на входе в зацепление (рис.2а), на выходе из зацепления (рис.2б). В процессе поворота шестерни и колеса будем следить за тем как меняется площадь контакта шестерни и колеса (объем интерференции – красная зона).

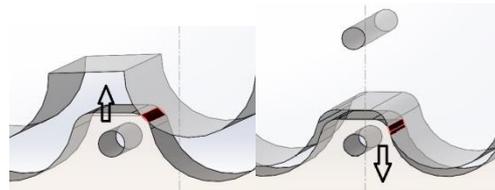


Рисунок 2 - а) вход в зац-ии, б) выход из зац-ия

Во время поворота шестерни на разный угол площадь контакта между рассматриваемыми зубьями будет иметь разные значения, но при этом, общая несущая способность зацепления будет оставаться постоянной за счет распределения между несколькими парами зубьев, постоянно находящимися в контакте. Суммарная площадь контакта на всех зубьях будет оставаться постоянной.

На рис.3, рис.4 изображены графики изменения величины интерференции в зависимости от угла поворота на входе и выходе из зацепления.

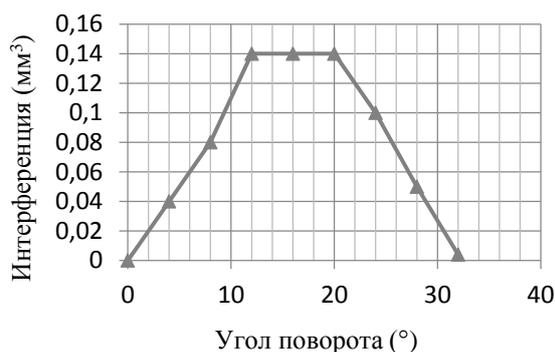


Рисунок 3 - График зависимости интерференции от угла поворота на входе в зацепление

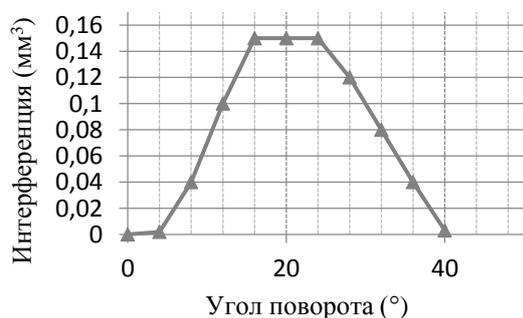


Рисунок 4 - График зависимости интерференции от угла поворота на выходе из зацепления

Полученные графики имеют горизонтальные участки, на этом участке объём интерференции не меняется, на данных участках в процессе вращения точки, находящиеся в зоне контакта зубьев, не удаляются и не приближаются друг к другу, что характерно для трения скольжения, а не для трения качения.

Найдем длину пути скольжения. Рассмотрим рис.5 на нем показан механизм зацепления пары зубьев. При достаточном увеличении данной зоны можно рассмотреть их относительное перемещение.

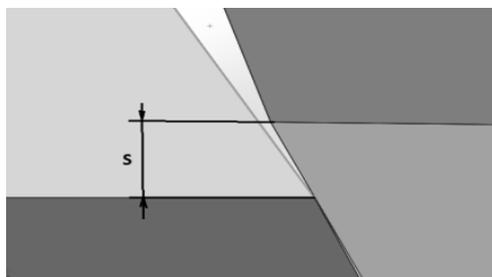


Рис. 5. Схема зацепления зубьев.

Участок скольжения

Рассмотрим участки, где объём интерференции постоянен. Для наглядного представления на зубьях выделены области, окрашенные в разный цвет. Рассмотрим рисунки, на которых расстояние между равно нулю, происходит относительное перемещение зубьев на величину S (путь скольжения зубьев).

Для более точного результата проведен ряд опытов, в ходе которого снимаем показания пути трения. Согласно результатам исследования, путь трения на одном зубе равен:

$$S_{cp} = \sum S/n$$

$$=(0,03+0,06+0,04+0,09+0,06+0,13)/6=0,068$$

Зуб входит и выходит из контакта, трение происходит по двум его сторонам, поэтому $S_{cp}=0,068*2=0,136$ мм. Путь трения на одном зубе равен 0,136 мм., количество зубьев шестерни данной передачи - 54 зуба, при одном повороте шестерни путь трения равен 7,344мм. Рассчитаем КПД зацепления

$$\eta = \frac{S_{тр}}{S_{полн}} = 0,935 \text{ или } 93,5\%$$

Таким образом, КПД зубчатого зацепления составляет 93,5% за счет потерь на трения скольжения между зубьями шестерни и колеса.

На параметр КПД влияет сразу несколько параметров, один из них это трение в зацеплении. С учётом этих потери КПД данного редуктора 93,5 %. Это значение не окончательное, так как предстоит определить потери на трение в соединении пальцы и шестерни.

Список использованных источников

1. Степанова Д.Л. Кинематический волновой редуктор с модифицированным профилем зуба// Современные техника и технологии: сборник докладов XX Международной юбилейной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. г. Томск, 14-18 апреля 2014 г. - В 3 т. Т.1/ Томский политехнический университет. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – С. 201-202.

2. Краснощеков Н.Н., Федякин Р.В., Чесноков В.А. Теория зацепления Новикова. М.: Наука, 1976. 175 с.

3. Полезная модель 76093 Российская Федерация, МПК7 F 16 H 1/10. Самотормозящийся волновой редуктор/ Крауиньш П.Я., Крауиньш Д.П., Смайлов С.А. №2008108467/22; заявл. 04.03.2008; опубл. 10.09.2008, Бюл. №4. 3 с.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕГМЕНТАЦИИ ТЕКСТОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Попова Е.С.

Научный руководитель: Болотова Ю.А.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
esp9@tpu.ru

Введение

В настоящее время существует необходимость интеллектуальной обработки данных, так как она позволяет автоматизировать многие сферы человеческой деятельности. Одной из таких задач является распознавание текста на изображении. Одним из этапов распознавания является сегментация фрагмента текста, результат которой представляет изображение в виде множества областей, которые соответствуют строкам, словам и символам сегментируемого текстового изображения.

Процесс распознавание текстовых изображений условно можно разделить на два этапа, это процесс сегментирования изображения на строки, слова и символы и процесс распознавания образов. В данной статье будут рассмотрены методы и средства выделения областей расположения отдельных символов на изображении.

Описание алгоритма

Для решения задачи сегментации текстового изображения было разработано приложение Windows Forms в среде Microsoft Visual Studio на языке C#. Выявление областей с символами осуществляется в несколько этапов: предобработка исходного изображения, выделение строк, выделение слов, выделение символов на изображении.

На этапе предобработки исходное изображение обрабатывается серией алгоритмов, для улучшения качества последующей сегментации.

Подавление шума

Подавление шума осуществляется за счет использования медианного фильтра, данный фильтр применяется для минимизации шума и смазывания острых краев букв (засечек и т.п.).

Компенсация разности освещений

Для компенсации разности освещений, используется алгоритм Single-Scale Retinex. Коррекция происходит по формуле:

$$R(x, y) = \log [I(x, y)] - \log [I(x, y) * G(x, y)],$$

где G — фильтр Гаусса, "*" — оператор свертки.

Данный алгоритм для выравнивания освещенности входного изображения получает компоненту освещения путем низкочастотной фильтрации изображения. В данной работе, для размытия изображения применяется двумерный фильтр Гаусса.

$$G(x, y) = \frac{1}{(2\pi\sigma^2)} e^{-\frac{(x^2+y^2)}{2\sigma^2}},$$

где σ — стандартное отклонение распределения Гаусса.

После вычисления новых значений яркости, основная часть полученных пикселей будет лежать в диапазоне $[-1; 1]$, для визуализации изображения, значения необходимо нормализовать по формуле:

$$I = 255 * I + 127$$

Бинаризация изображения

Прежде чем произвести бинаризацию изображения, его необходимо перевести в градации серого, яркость пикселя вычисляется по формуле:

$$I = R * 0.299 + G * 0.587 + B * 0.114$$

где: R, G, B — красный, зеленый и синий каналы соответственно.

Для последующей бинаризации изображения яркость каждого пикселя $I(x, y)$ сравнивается с некоторым пороговым значением P . Если яркость пикселя больше порогового значения, то цвет пикселя принимается равным 1, иначе 0.

Глобальный порог бинаризации вычисляется по формуле:

$$P = (I_{max} + I_{min}) / 2,$$

где I_{max} — максимальное значение яркости изображения, I_{min} — минимальное значение яркости изображения.

Поворот изображения методом гистограмм

Для автоповорота исходного изображения, анализируется его гистограмма, построенная таким образом, что по оси Y будет располагаться шкала распределения черных пикселей по количеству, а на оси X размещены номера строк, работа алгоритма сводится к поиску угла поворота, при котором гистограмма будет иметь повторяющиеся минимумы и максимумы распределения черных пикселей.

На рисунке 1 представлен результат работы блока предобработки.

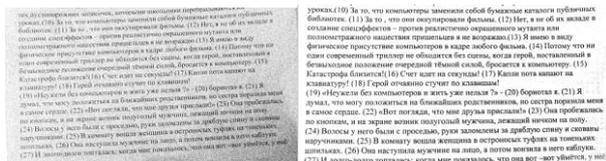


Рисунок 1 - Результат работы этапа предобработки

Сегментирование текстового изображения на строки и слова

Для сегментации фрагмента текста на строки и слова используется метод гистограмм.

Метод предполагает построение гистограммы для черных пикселей бинарного изображения. По оси Y располагается шкала распределения пикселей по количеству, а на оси X размещены номера строк, в случаи сегментирования изображения на строки.

Алгоритм основан на том, что количество черных пикселей в межстрочных интервалах существенно меньше чем в текстовых строках. Основываясь на этом предположении, определим каким должно быть наименьшее количество черных пикселей в строке, чтобы отнести ее к текстовой строке. Рассчитаем значение по формуле:

$$N = 0.1 * Str_{max},$$

где Str_{max} – максимальное число черных пикселей в строке изображения. Следовательно, используя найденный порог разделим все изображение на строки.

Работа алгоритма сегментации строк заключается в последовательном просмотре массива содержащего количество черных пикселей для каждой строки сравнение их с минимальным количеством N и выявлении множества пар индексов (s^1_i, s^2_i) строк, соответствующих границам печатных строк.

Аналогично осуществляется сегментация строк на слова, только в данном случае условием выделения пробелов является последовательность из K белых пикселей в строке изображения.

Методом связанных компонент

Для сегментации слов на символы в работе используется двухпроходной метод связанных компонент (МСК).

Под выделением связанных компонент понимают присвоение уникальной метки каждому объекту изображения. Приследующем анализе данные метки служат в качестве идентификаторов при обращении к объектам.

Для описания алгоритма введем некоторые понятия. Обозначим через I матрицу изображения. Если $I(i, j) = 0$, то пиксель является фоновым. Если $I(i, j) = 1$, то пиксель принадлежит объекту. Через L обозначим двумерную матрицу, скан-маска, которая используется для хранения информации о метках и имеющую размеры, равные размерам изображения.

Первый проход по изображению осуществляется из верхнего левого угла, слева на право и сверху вниз. На внешнем цикле – перебор строк, на внутреннем – перебор столбцов строки, и анализируются только соседи сверху и слева.

Каждый раз при обнаружении черного пикселя его соседи, принадлежащие скан-маске, исследуются для определения метки, которая будет присвоена рассматриваемому пикселю. Если в скан-маске содержатся только фоновые пиксели, то рассматриваемый пиксель получает новую промежуточную метку, если скан-маска содержит только один пиксель интереса, то

рассматриваемый пиксель получает метку соседа. Если скан-маска содержит несколько точек интереса, то их промежуточные метки являются эквивалентными, среди них выбирается метка с наименьшим значением и пикселю присваивается значение выбранной метки-представителя.

После окончания первого прохода каждый объектный пиксель получает временную метку, на втором проходе значение метки уточняется. Второй проход осуществляется в противоположенном направлении, снизу-вверх и с права на лево, на втором проходе исследуются все соседние пиксели.

Значение меток после первого прохода алгоритма представлено на рисунке 2а, б.

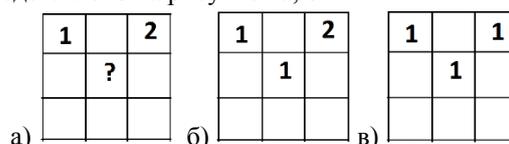


Рисунок 2 - Пример работы МСК на первом проходе (а,б). Результат работы МСК после второго прохода (в)

Следовательно, на втором проходе ищутся связи между маркированными пикселями различных категорий. Если связь найдена, то все «старшие» метки заменяются на «младшие». Результат работы второго прохода представлен на рисунке 2в.

Заключение

В результате проведенных исследований были выявлены факторы имеющее наибольшее влияние на качество сегментирования, к таким факторам относятся:

1. Качество исходного изображения
2. Тип шрифта на изображение
3. Размер шрифта

Были сделаны выводы, что метод связанных компонент не подходит для корректного распознавания всех возможных шрифтов, так как если шрифт предполагает наличие соединения между символами, то алгоритм посчитает эти символы за одну букву, однако несмотря на что метод связанных компонент не является универсальным, в большинстве случаев он справляется с поставленной задачей.

Список использованных источников

1. Поршнева С.В., Левашкина А. О. Универсальная классификация алгоритмов сегментации изображений [Электронный ресурс] // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов. URL: <http://jurnal.org/articles/2008/inf23.html> (дата обращения: 05.03.2015).
2. Цифровая обработка изображений / Гонсалес Р., Вудс Р., 2012. – 1072 с.
3. Компьютерное зрение / Л. Шапиро, Дж. Стакан, 206. – 53 с.

РАСЧЕТ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СВОЙСТВ ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ПРОЦЕССА КАТАЛИТИЧЕСКОЙ ДЕПАРАФИНИЗАЦИИ

Попова Н. В., Белинская Н. С.

Томский политехнический университет, Институт природных ресурсов
nvp5@tpu.ru, belinskaya@tpu.ru

Введение

Метод математического моделирования играет очень важную роль в области нефтеперерабатывающей индустрии, так как позволяет успешно проводить аналитическое описание процессов, происходящих в аппаратах, а также эффективно прогнозировать работу установок, что является важным аспектом на производстве.

В современной нефтепереработке и нефтехимии существует тенденция к увеличению глубины переработки сырья и повышению ресурсоэффективности [1]. Данная работа посвящена разработке математической модели с целью оптимизации процесса каталитической гидродепарафинизации дизельных фракций для получения зимнего и летнего дизельного топлива со сверхнизким содержанием серы.

Объектом исследования является установка гидродепарафинизации Л-24-10/2000, введённая в эксплуатацию в ООО «КИНЕФ». Эта установка даёт возможность включать в процесс получения дизельного топлива атмосферный газойль и облагораживать бензин висбрекинга, что в свою очередь является сырьём для установок риформинга и изомеризации [1,4].

Математическая модель процесса

Для моделирования данного процесса требовалось провести термодинамический анализ, чтобы определить реакции, протекающие в процессе. Результатом анализа являлось нахождение значений изменения энергии Гиббса (ΔG), энтальпии (ΔH) и энтропии реакций (ΔS). Далее определялась термодинамическая вероятность протекания реакций по значениям ΔG [2,3].

Следующим шагом моделирования являлось создание модуля расчёта реактора гидродепарафинизации в Delphi (рис. 1).

Модуль позволяет считывать данные по составу сырья и водородсодержащего газа (ВСГ), задавать условия в реакторе (давление, температуру, расход сырья и ВСГ) и проводить расчёт покомпонентного состава продукта, который затем отправляется в колонну стабилизации К-1. Расчёт проводится в программе на основании кинетической модели реакций и термодинамики процесса. Преимущество такого модуля в том, что он имеет

Данный расчёт также проводится в модуле. Результаты расчёта значений

несложный интерфейс, позволяющий рассчитывать данные не только профессиональным инженерам, но и техническому персоналу предприятия, а также может быть использован в образовательных целях.

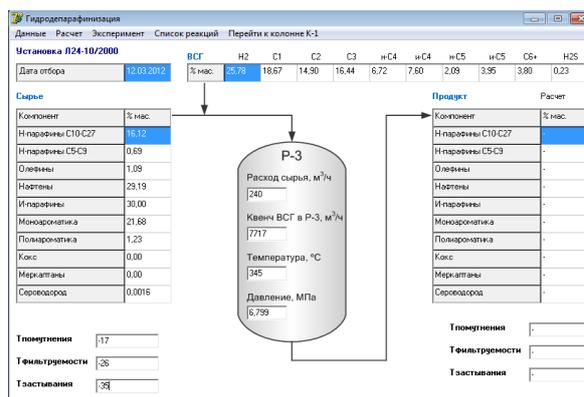


Рисунок 1 - Вид рабочего модуля расчета реактора гидродепарафинизации в Delphi

Среди основных реакций особое место занимают реакции изомеризации n -парафинов C_5 - C_{16} и гидрокрекинга n -парафинов C_{17} - C_{27} , именно эти реакции являются решающими при определении свойств дизельного топлива. Одним из этапов моделирования являлось установление низкотемпературных свойств сырья, поступающего в реактор гидродепарафинизации, и продукта (нестабильного гидрогенизата), выходящего из реактора [3]. Эти свойства включают в себя температуру застывания, температуру предельной фильтруемости и температуру помутнения. Все перечисленные показатели характеризуют низкозастывающие дизельные фракции, и чем ниже данные температуры, тем качественнее используется топливо.

Низкотемпературные свойства зависят от количества n -парафинов C_{10} - C_{27} (%) в сырье, и для нахождения аналитического описания данной зависимости, был проведён статистический анализ выборки экспериментальных данных, полученных с действующей установки. Для выбора уравнения, которое бы наилучшим образом описывало зависимость данных, была осуществлена аппроксимация имеющихся экспериментальных данных.

низкотемпературных свойств продукта для двух разных составов и при варьировании

температуры и расхода сырья в реактор приведены в табл. 1 и табл. 2.

Таблица 1. Низкотемпературные свойства продуктов для состава с содержанием н-парафинов 16,12%

Данные за 12.03.2012				
Расход, м ³ /ч	T, °C	T _n , °C	T _{ПТФ} , °C	T _з , °C
240	348	-19	-22	-30
	351	-21	-22	-32
	355	-22	-24	-34
	360	-24	-25	-36

T – температура в реакторе, °C, T_n – температура помутнения, °C, T_{ПТФ} – предельная температура фильтруемости, °C, T_з – температура застывания, °C.

Полужирным шрифтом выделены значения температур, которые соответствуют требуемым температурам получаемого продукта.

Таблица 2. Низкотемпературные свойства продуктов для состава с содержанием н-парафинов 19,19%

Данные за 28.01.2014				
Расход, м ³ /ч	T, °C	T _n , °C	T _{ПТФ} , °C	T _з , °C
356	348	-16	-20	-27
	351	-19	-21	-30
	355	-22	-23	-35
	360	-26	-27	-40

Таким образом, оптимальной температурой процесса будет являться T=360 °C. При повышении содержания парафинов в сырье значения низкотемпературных свойств увеличиваются. Было установлено, что с повышением содержания н-парафинов в сырье на 3.1% температура помутнения, предельной фильтруемости и застывания повышается на 3 °C, 2 °C и 3 °C

соответственно. В свою очередь, увеличение температуры в реакторе гидродепарафинизации способствует гидрокрекингу тяжелой части сырья с последующей изомеризацией более низкомолекулярных соединений, и данный процесс необходимо проводить при наибольшей температуре, но в определенных пределах, чтобы избежать закоксовывания катализатора.

Заключение

Таким образом, в ходе данной работы найдены корреляционные зависимости низкотемпературных свойств от содержания н-парафинов в сырье, усовершенствован модуль расчета реактора гидродепарафинизации путем добавления расчета температур помутнения, предельной фильтруемости и застывания сырья и продукта.

Список использованных источников

1. Дружинин О.А. Деструктивные гидрогенизационные процессы при получении низкозастывающих дизельных топлив: автореф. дис... канд. хим. наук. – Красноярск, 2009. – 21 с.
2. Фалеев С.А., Белинская Н.С., Иванчина Э.Д., Ивашкина Е.Н., Францина Е.В., Силко Г.Ю. // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2013. - №10. – С.14-18.
3. Белинская Н.С., Францина Е.В. Кинетическая модель процесса депарафинизации дизельных топлив и ее компьютерная реализация // Молодежь и современные информационные технологии: Сборник трудов X Междунар. научн.-практ. Конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск, 13-16 ноября 2012. – Томск: Изд-во ТПУ. – С.69-71.
4. Х. Анчита, Дж. Спейт (ред). Переработка тяжелых нефтей и нефтяных остатков. Гидрогенизационные процессы: пер. с англ. / Под ред. О.Ф. Глаголевой. – СПб.: ЦОП «Профессия», 2012. – 384 с., ил.

СТАТИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНИВАНИЯ РАЗЛИЧИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРЕДПРИЯТИЙ РОССИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ЭЛЕКТРОНИКИ И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Новосельцева Д.А.

Научный руководитель: к.ф.-м.н., доцент Михальчук А.А.
Томский политехнический университет
dary_2503@mail.ru

Введение

В настоящее время в экономике России происходят интенсивные процессы создания предприятий в иностранной собственности в различных отраслях промышленности. В связи с этим, возникает потребность сравнительного анализа регионов России предприятий в разрезе иностранной (ИС) и российской (РС) собственности подраздела DL (Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования). Целью данной работы, аналогично [1], является проведение многомерного статистического анализа регионов России иностранной собственности и российской форм собственности по показателям Отгруженная продукция (О) и Инвестиции в основной капитал (И).

Результаты статистического анализа

Для анализа экономической деятельности предприятий в разрезе форм собственности были использованы среднегодовые значения показателей Отгруженная продукция и Инвестиции в основной капитал за период 2010-2013 гг. (данные для анализа получены по специальным запросам в Росстат [2]).

Созданная таким образом база использовалась далее в системе Statistica для статистического анализа данных [3].

Для корректного применения критериев дисперсионного анализа необходимо предварительно проверить гипотезу относительно нормального распределения рассматриваемых показателей по совокупности форм собственности с помощью χ^2 -критерия Пирсона (рис. 1).

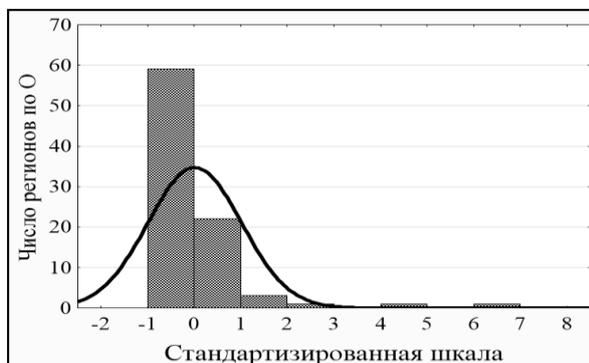


Рисунок 13 - Гистограмма показателя О с кривой нормального распределения

Согласно данному сравнению выборки показателей О и И отличаются от нормального распределения высоко значимо ($p < 0,0005$).

В результате кластеризации методом иерархической кластеризации, с использованием правила объединения – метода Варда и различных мер близости (Евклидово расстояние, Расстояние Чебышева и Расстояние городских кварталов) построена четырехкластерная модель для предприятий ИС и шестикластерная модель для предприятий РС. Качество построенной модели оценивалось с помощью критериев дисперсионного анализа: параметрического (рис.2) и непараметрического (рис.3).

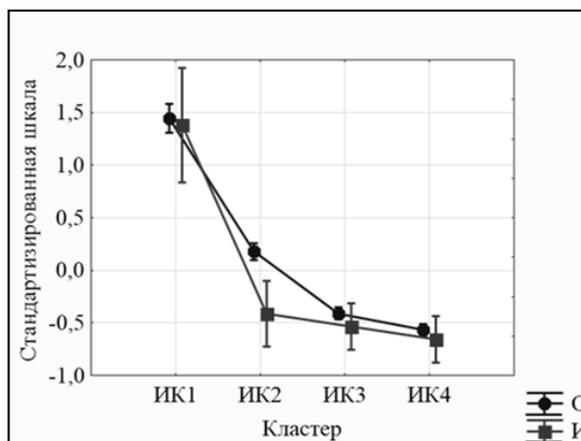


Рисунок 2 - Средние значения кластеров с 95% доверительными интервалами для ИС

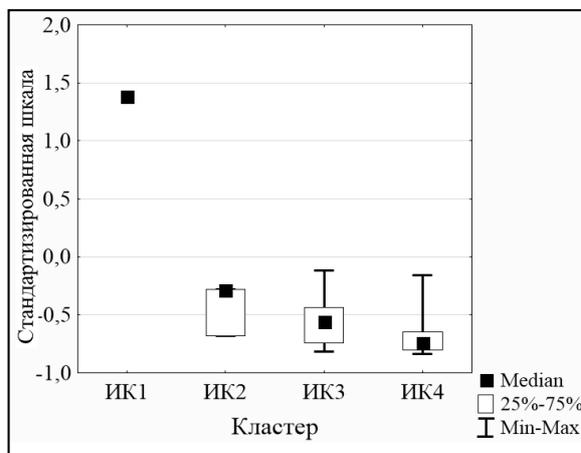


Рисунок 3 - Диаграмма размаха кластеров ИС для показателя И

Согласно параметрическому дисперсионному анализу, кластеры регионов различаются высоко

значимо по совокупности показателей О и И для обеих форм собственности (уровень значимости $p < 0,0005$). Причем ранговый критерий Краскела-Уоллиса сглаживает различия кластеров для О до сильно значимого (уровень значимости $0,0005 < p \approx 0,004 < 0,005$), а для И до не значимого (уровень значимости $0,1 < p \approx 0,2$) для предприятий иностранной собственности.

Результаты составной кластеризации регионов по 2-м формам собственности (РС и ИС) геометрически проинтерпретированы на рис. 4. Числами в скобках при названии кластера указано количество регионов в соответствующем кластере, что отражено геометрически в размере соответствующего маркера.

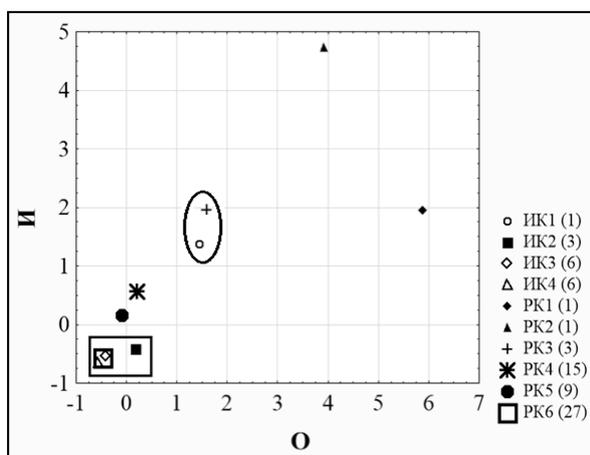


Рисунок 4 - Диаграмма рассеяния кластеров регионов РС и ИС по стандартизированным О и И. Согласно F-критерию множественного сравнения существуют две однородных по совокупности О и И, то есть различия между кластерами незначимы (на уровне $p_F > 0,1$), группы кластеров регионов {ПК3, ИК1} и {ПК6, ИК3}, (выделенные на рис.4). При этом, кластер ПК4 отличается от ИК1 высоко значимо по О и слабо значимо по И. В то же время, кластеры {ПК6, ИК2, ИК4, ИК3} (выделенные, прямоугольниками на рис.4) различаются высоко значимо по показателю О (на уровне значимости $p < 0,0005$). Причем ранговый критерий Краскела-Уоллиса сглаживает данное различие до сильно значимого (уровень значимости $0,0005 < p \approx 0,0006 < 0,005$).

Экономическая интерпретация полученных результатов. Из рис. 4 следует:

1. Наибольшие объемы производства демонстрируют РК2 (г. Санкт-Петербург);
2. За ним следуют три кластера: РК1 (г. Москва), РК3 (Московская, Свердловская, самарская области) и ИК1 (Калужская область). За ними – РК4 и РК5.

Таким образом, в группе регионов с наибольшими объемами производства находится только один регион с предприятиями в ИСС. Также очевидно, что численность персонала на

предприятиях в ИСС оказывается ниже, чем на предприятиях в РС.

Заключение

1. Распределения показателей О и И имеют высоко значимые ($p < 0,0005$) отличия от нормального закона.

2. Методом К-средних и методами иерархической классификации, были построены кластерные модели регионов для каждой формы собственности. Качество построенных моделей оценено с помощью дисперсионного анализа. Согласно параметрическому дисперсионному кластеры регионов различаются высоко значимо по обоим показателям для ИС и РС (уровень значимости $p < 0,0005$). Причем результаты непараметрического дисперсионного анализа сглаживают различия кластеров для О до сильно значимого (уровень значимости $0,0005 < p \approx 0,004 < 0,005$), а для И до не значимого) для ИС.

3. Согласно дисперсионному анализу множественных сравнений выделены 2 группы однородных кластеров {ПК3, ИК1} и {ПК6, ИК3}, причем кластеры ПК4 и ИК1 имеют высоко значимые различия по показателю И.

4. Данная статистическая модель может быть использована для любых экономических показателей, например, в таких подразделах экономической деятельности, как производство машин и оборудования, производство транспортных средств и оборудования и т.п.

5. Исследование показало, что центры производства с предприятиями в ИСС подраздела DL существенно меньше по размеру центров производства с предприятиями в РС. Численность персонала на предприятиях в ИСС ниже, чем на предприятиях в РС.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научно-исследовательского проекта РФФИ «Комплексный экономико-статистический анализ влияния предприятий в совместной и иностранной собственности на развитие промышленности России и ее регионов», проект № 15-06-05418.

Литература

1. Спицын В.В., Михальчук А.А., Спицына Л.Ю., Новосельцева Д.А. Сравнительный анализ показателей инвестиционной деятельности российских и иностранных предприятий по производству транспортных средств // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1.
2. Материалы сайта Росстата — URL: <http://www.gks.ru/>
3. Боровиков В.П. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов. – СПб.: Питер, 2003. – 688 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АППАРАТА НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ ДЛЯ РАССЧЕТА НАДЕЖНОСТИ

Кармачёв Д.П.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
karmachevd@mail.ru

Введение

Современные системы и технические средства эксплуатируются в различных условиях неопределенности, которые связаны с изменениями нагрузок на систему при ее работе и с факторами внешней среды [1]. Параметры таких систем зачастую недоопределены или заданы приблизительно. В связи с этим, для расчета надежности систем целесообразно использовать математический аппарат нечетких множеств [2]. Целью настоящего исследования является использование аппарата нечетких множеств для расчета надежности.

Основные показатели надежности

Вероятность безотказной работы (ВБР) является одним из основных показателей надёжности, означая, что в пределах заданной наработки отказ объекта не возникнет. [1] Функция ВБР имеет вид:

$$P(\theta, t) = P\{\theta, T \geq t\} = 1 - F(\theta, t), \quad t \geq 0, \quad (1)$$

где T – случайная величина, имеющая дискретное или непрерывное распределение; $F(\theta, t)$ – функция распределения наработки на отказ (функция вероятности отказов); θ – вектор параметров.

Интенсивность отказов – показатель надежности, позволяющий в частности выявлять фазы жизненного цикла системы в зависимости от формы кривой интенсивности [3]. Функция интенсивности отказов определяется как

$$\lambda(\theta, t) = \frac{F'(\theta, t)}{1 - F(\theta, t)}.$$

Построение нечеткой функции ВБР

Предположим, что один или несколько параметров распределения являются нечеткими числами с произвольными функциями принадлежности (рис.1).

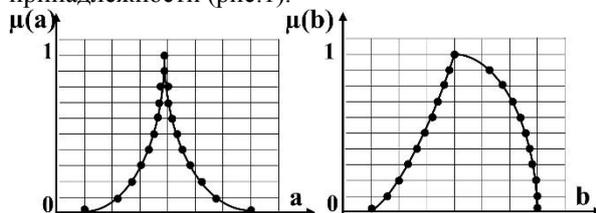


Рисунок 1 - Примерный вид функций принадлежности нечетких параметров

Для построения нечеткой функции для каждого нечеткого параметра необходимо задать количество α -уровней и определить левые и правые границы каждого α -уровня. В случае N -параметрической модели надежности с $K \leq N$

нечёткими параметрами в произвольный момент времени для каждого α -уровня получаем 2^K комбинаций левых и правых границ нечетких параметров [4]. Подставляя указанные комбинации в (1), определяем левые и правые границы нечеткой функции ВБР в произвольный момент времени t для каждого α -уровня. Для построения трёхмерной функции $P(\theta, t)$ необходимо также задать значение шага Δt по оси времени. Таким образом, получаем пару значений функции ВБР для каждого α -уровня в моменты $i\Delta t$, где $i \in [1, m]$, m - количество шагов. График нечеткой ВБР $P(\theta, t)$ является поверхностью в пространстве R^3 (рис. 2).

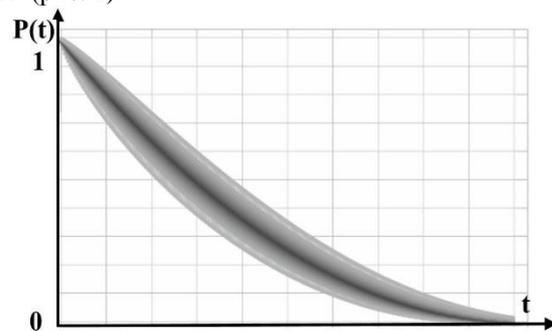


Рисунок 2 - Нечёткая функция ВБР

Полученная поверхность может быть использована для дальнейших расчетов показателей надежности. Так, при сечении поверхности $P(\theta, t)$ плоскостью перпендикулярной оси ВБР, получим нечеткий интервал времени для определенного значения надежности (рис.3). Интервал указывает на значение нечеткой наработки при фиксированном значении ВБР и может быть использован для назначения времени проведения ремонтно-профилактических работ.

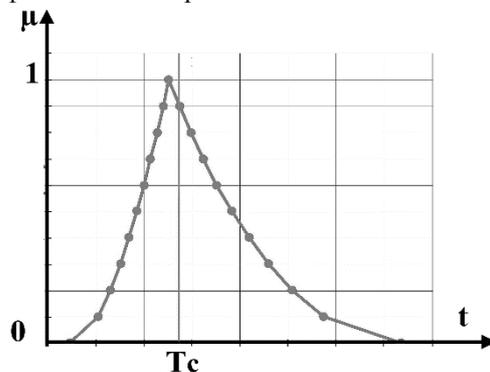


Рисунок 3 - Нечёткий интервал времени

С помощью дефазификации методом центра тяжести [5], было получено «четкое» значение времени:

$$T_C = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} t \cdot \mu_P(t) dt}{\int_{-\infty}^{\infty} \mu_P(t) dt}. \quad (2)$$

Нечеткий интервал вероятности безотказной работы является результатом сечения поверхности плоскостью перпендикулярно оси времени (рис.4.)

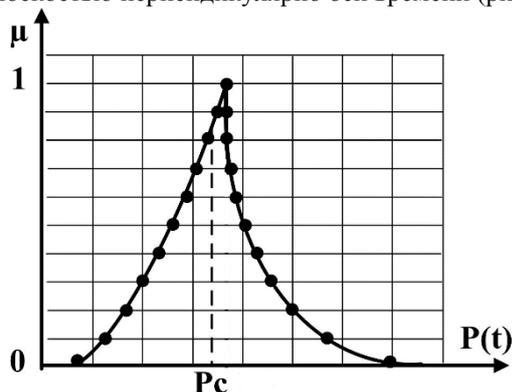


Рисунок 4 - Нечёткий интервал ВБР

Четкое значение ВБР было рассчитано аналогичным образом по формуле 2. Интервальное значение вероятности безотказной работы может быть использовано для расчета надежности систем в определенный момент времени, работающих в условиях неопределенности.

Результатом дефазификации нечеткой функции ВБР будет являться массив значений времени $T[1-i\Delta P]_C, i \in \{0, 1, \dots, n-1\}, \Delta P = n^{-1}$, позволяющий восстановить «чёткую» функцию ВБР системы (рис. 5).

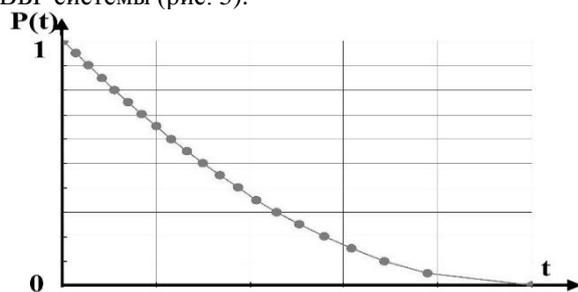


Рисунок 5 - «Чёткая» функция вероятности безотказной работы

Полученную функцию можно использовать для планирования комплекса профилактических мероприятий, а также для дальнейшего анализа или расчёта надежности системы.

Аналогичный подход может быть применен для построения и анализа других показателей надежности, например, средней наработки на отказ или функции интенсивности отказов [6].

Заключение

Использование математического аппарата нечетких множеств позволяет учитывать влияние на надежность разного рода неопределенных факторов в тех случаях, когда традиционные вероятностный и интервальный подходы не обеспечивают требуемой адекватности модели надежности.

Рассмотренный здесь подход к применению аппарата нечетких множеств и построению нечетких функций может быть также использован не только для анализа надежности, но и для решения задач из других областей, где присутствуют неопределенности. В частности, перспективным является представление в виде нечетких величин субъективных экспертных оценок [7-8] в системах принятия решений.

Литература

1. В.А. Острейковский. Теория надёжности: учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2003 – 463 с.
2. А.Е. Алтунин, М.В. Семухин. Модели и алгоритмы принятия решений в нечётких условиях: учебник для вузов – Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2000 – 352 с.
3. Finkelstein M. Failure Rate Modeling for Reliability and Risk / Springer Series in Reliability Engineering. – Springer-Verlag London, 2008, - 290 p.
4. А.А. Ефремов. Вычисление нечеткой вероятности безотказной работы систем с нечеткими параметрами моделей надежности // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – Томск, Изд-во ТУСУР, 2015. - № 2(36), с. 136-140.
5. Л.А. Заде. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближённых решений. – М.: Мир, 1976 – 165 с.
6. Д.П. Кармачев, А.А. Ефремов. Анализ моделей надежности технических систем с U-образной функцией интенсивности отказов // Современные техника и технологии. – Томск, Изд-во НИТПУ, 2013. с. 185-186.
7. Е.Е. Лунева, А.А. Ефремов, П.И. Баночкин. Способ оценки эмоций пользователей с использованием нечеткой логики на примере социальной сети Twitter // Системы управления и информационные технологии. – Воронеж, Изд-во ООО «Научное издательство «Научная книга», 2015. - №1.1(59), с. 157-162.
8. Е.Е. Лунева, А.А. Ефремов, П.И. Баночкин. Автоматизированная оценка эмоций пользователей социальных сетей на основе нечеткой логики // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. – Москва, Изд-во МЭСИ, 2015. - №3, с. 249-254.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕМАТИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ MODIS И ГИС ПРИ ИЗУЧЕНИИ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Ковалев А.В.

Научный руководитель: к.т.н. Токарева О.С.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики

Институт химии нефти СО РАН

Optimist@gmail.com

Введение

На территории нефтедобычи Западной Сибири происходит систематическое нарушение растительного покрова в результате механических повреждений поверхности при строительстве объектов инфраструктуры нефтедобывающих месторождений, из-за аварийных разливов нефти и нефтебурильных растворов, пожаров, а также из-за воздействия загрязнения атмосферы на растительность при сжигании попутного газа в факелах.

В настоящее время, наряду с традиционными наземными методами наблюдения за состоянием растительного покрова территорий, подвергающихся постоянным интенсивным техногенным нагрузкам, используются данные спутникового мониторинга, которые позволяют оперативно отслеживать изменения состояния и структуры растительного покрова на обширных территориях, в том числе труднодоступных для наземных исследований вследствие высокой заболоченности. В [1] показано, что результаты дистанционной оценки изменения состояния лесной растительности на основе вегетационных индексов [2] в достаточной мере соответствуют данным биоиндикационных наземных исследований.

Целью данной работы является оценка изменения состояния растительности на территории нефтедобывающих месторождений на основе нормализованного вегетационного индекса (NDVI) с использованием данных, получаемых сканером MODIS.

Объекты и методы исследования

Исследования проводились на 5 участках нефтедобычи: в Ханты-Мансийском автономном округе (ХМАО) – Усть-балыкское, Приобское, Самотлорское, Лянторское месторождения и в Томской области на территории Васюганской группы месторождений (Первомайское, Ломовое, Олень, Катильгинское, Лонтыньяхское). В качестве фонового участка выбран фрагмент Юганского заповедника, являющегося особо охраняемой природной территорией ХМАО. Заповедник был создан в 1982 г. для сохранения и изучения практически не нарушенных экосистем Среднего Приобья. Юганский заповедник находится в сходных климатоэкологических условиях с территорией выбранных месторождений. Схема изучаемых участков

приведена на рис. 1, где черными жирными линиями показаны границы этих участков, уточненные по космическим снимкам Landsat с пространственным разрешением 30 м, на которых хорошо определяется инфраструктура месторождений.

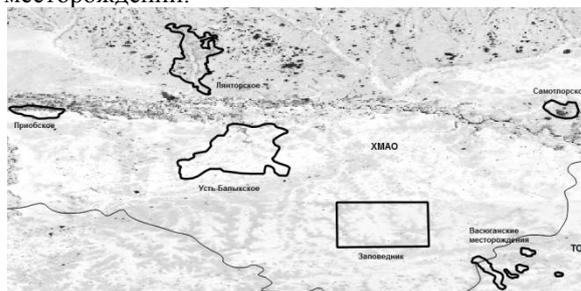


Рисунок 1 - Схема расположения исследуемых участков. Обозначения: ХМАО – Ханты-Мансийский автономный округ, ТО – Томская область

В качестве показателя, характеризующего состояние растительности, выбран вегетационный индекс NDVI [2, 3], так как он имеет хорошую чувствительность к изменениям биомассы растительности и подходит для того, чтобы оценивать её с количественной точки зрения. Ниже приведена формула для расчета используемого индекса:

$$NDVI = \frac{P_{nir} - P_{red}}{P_{nir} + P_{red}}$$

- где P_{nir} – значения спектральной яркости пикселя в ближнем инфракрасном диапазоне электромагнитного спектра; P_{red} – в красном диапазоне спектра [2].

Для объектов, не связанных с растительностью, индекс имеет фиксированные значения. Так, густой растительности соответствуют значения NDVI равные или большие 0,7, разреженной растительности – значения в диапазоне от 0,3 до 0,5, открытой почве – 0,025, облакам – 0, снегу и льду – -0,05, воде – -0,25, искусственным материалам (бетон, асфальт) – -0,5.

В работе использованы тематические продукты MODIS MOD13Q1 Vegetation Indices 16-Day Global 500m, содержащие значения NDVI, усреднённые за 16 дней, предоставляемые онлайн-архивом NASA EOSDIS. Изучаемые области находятся на снимках с номерами (21,02) и (21,03) согласно схеме расположения фрагментов MODIS.

В качестве основного метода исследования выбран метод пространственного анализа данных в ГИС с

целью оценки характеристик изучаемых областей, основанных на значениях NDVI. Пространственный анализ проводился с использованием инструментария QGIS и состоял из следующих этапов:

1. Выбор областей для изучения (участков территории в границах нефтяных месторождений) и их представление в виде полигонов тематического слоя векторной цифровой карты.

2. Подбор КС, охватывающих выбранные области.

3. Приведение данных к единой системе координат.

4. Расчет средних значений NDVI в пределах каждой изучаемой области.

Для корректного перевода файлов, содержащих значения NDVI, из формата hdf в формат tif, была использована программа Modis Reprojection Tool, позволяющая переводить продукты MODIS с выбором выходной проекции, размера пикселей и необходимых слоев.

Результаты исследования

Для изучения динамики состояния растительного покрова в пределах каждой исследуемой области рассчитано среднее значение NDVI по годам за период с 2010 по 2015 г. с интервалом в один год на основе тематических данных MODIS, полученных по снимкам с датами съемки 10.06-25.06 и 12.07-27.07. Для большей наглядности, полученные средние значения NDVI по годам представлены на графиках, на основе которых построены линии трендов, отображающие характер изменения вегетационного индекса для каждой исследуемой области (рис. 2 и 3).

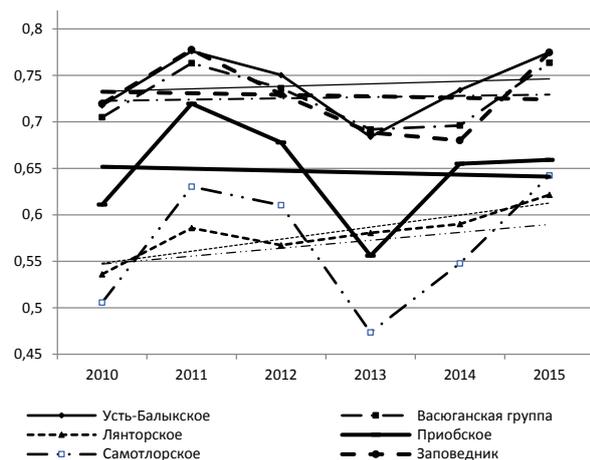


Рисунок 2 - Изменение средних значений NDVI по годам (даты съемки 10.06-25.06)

Как видно из рис. 2, ход большинства графиков имеет сходный характер, который обуславливается сходными погодными условиями. Наклон линий

трендов значительно не отличается для заповедника, Усть-Балыкского, Приобского, и Васюганской группы месторождений. На территории Лянторского и Самогторского месторождений угол наклона трендов показывает более положительную динамику в состоянии растительного покрова, что может быть связано с проводимыми здесь рекультивационными работами.

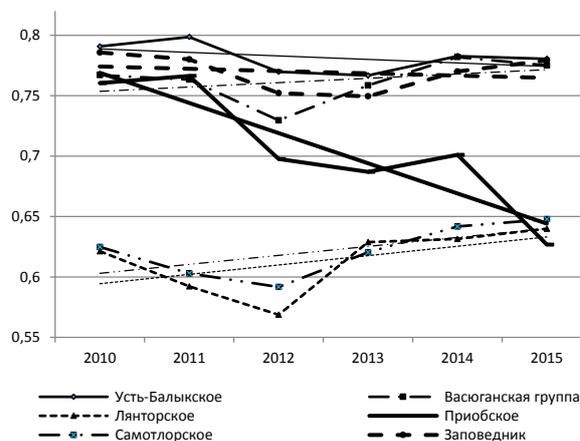


Рисунок 3 - Изменение средних значений NDVI по годам (даты съемки 12.07-27.07)

На рис. 3 заметно увеличение значений NDVI, связанное с изменением вегетационного периода, однако на некоторых участках значения индекса в июле того же года снижаются. Так, например, в 2015 г. на Приобском месторождении в июле происходит значительное снижение значения NDVI по сравнению со значениями, полученными в июне. На Усть-Балыкском и Самогторском месторождениях практически не произошло увеличения NDVI. Данная ситуация связана с высоким уровнем паводковых вод в июле 2015 г. В конце июня 2015 г. на территории Усть-Балыкского месторождения произошла авария на нефтепроводе, однако основная часть нефти попала в реку [3].

Список использованной литературы

1. Токарева О.С., Полищук Ю.М. Сравнительный анализ результатов дистанционного определения вегетационных индексов и данных биоиндикационных исследований в задачах экологического мониторинга // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2013. Т. 10. № 2. С. 81–87.
2. Черепанов А.С. Вегетационные индексы // Геоматика. 2011. № 2. С. 98–102.
3. Под Нефтеюганском произошел крупный разлив нефти – <http://www.rbc.ru/society/29/06/2015/559131c99a7947453f430141>

ФИЛЬТРАЦИЯ И ОБРАБОТКА СИГНАЛА НА LABVIEW РОМАНОВСКОГО ДАТЧИКА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

Кузнецова Е.Ю., Алексеенко З.Н.

Научный руководитель: Стукач О.В.

Томский политехнический университет

ktua1993k1@mail.ru

Введение

Мониторинг температуры трубопроводов, воздушных линий электропередач, двигателей, трансформаторов для прогнозирования аварийных ситуаций и обслуживания оборудования является актуальной проблемой в настоящее время. Наиболее перспективным решением этой задачи является применение оптоволоконных систем измерения температуры, обладающие рядом преимуществ перед другими системами:

- точная локализация наиболее нагретых мест;
- построение непрерывных измерительных волоконно-оптических линий длиной до 50 км;
- широкий диапазон измерений $-200 - +300 \text{ C}^\circ$;
- температурное разрешение $- 0,1 \text{ C}^\circ$;
- нечувствительность к электромагнитным помехам и к долговременным дрейфам параметров источника и приёмника излучения, а также случайным затуханиям оптической мощности в волокне.

В качестве датчика температуры используется оптоволокно, физические воздействия на которое локально изменяют характеристики пропускания света и как следствие, приводят к изменению характеристик сигнала обратного отражения.

Принцип работы измерительного устройства

В основе измерительных систем, основанных на оптоволоконных датчиках, используется сравнение спектров и интенсивностей исходного лазерного излучения и излучения, рассеянного в обратном направлении, после прохождения по волокну. Основные принципы измерения основаны на обнаружении обратного рассеяния света, например, рэлеевского [1].

Объектом исследования является распределенный температурный датчик, основанный на комбинационном рассеянии (КР) света в волоконном световоде. КР сопровождается заметным изменением частоты рассеиваемого спектра: если источник испускает монохроматический свет, то в спектре рассеянного излучения обнаруживаются дополнительные линии, число и расположение которых тесно связано с молекулярным строением вещества. При КР преобразование первичного светового потока сопровождается обычно переходом рассеивающих молекул на другие колебательные и вращательные уровни энергии, причем частоты новых линий в спектре рассеяния являются комбинациями частот падающего света и частот колебательно-вращательных переходов рассеивающих молекул.

Если молекула вещества перешла из основного состояния в возбужденное, в спектре КР проявляются линии, имеющие значительно большую длину волны по сравнению с источником света (т.н. стокс). Возможен также и обратный процесс, когда молекула в результате КР переходит из возбужденного в основное состояние (т.н. антистокс). Очевидно, что заселенность возбужденного уровня напрямую зависит от температуры вещества, а значит и интенсивность антистоксовой компоненты будет проявлять температурную зависимость. Таким образом, регистрируя интенсивность антистоксовой компоненты КР с помощью такого датчика можно проводить измерения температуры на протяжении всего волокна.

Общая схема измерительного устройства приведена на рис.1.

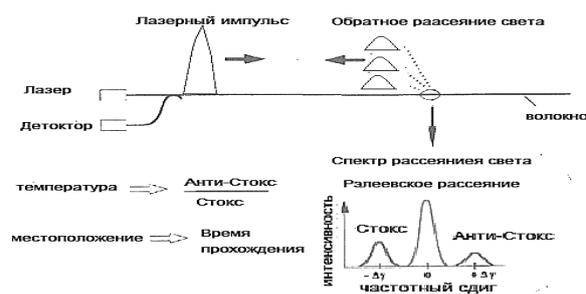


Рис.1. Общая схема измерительного устройства

Чувствительность и пространственное разрешение КР-датчика напрямую зависит от характеристик источника лазерного излучения, которое используется для зондирования волоконной линии. Поэтому особенную роль в сенсорной системе играют параметры импульсного лазера, осуществляющего опрос.

Оптический импульс поступающий в волокно, должен иметь достаточную мощность и ширину спектра. Поскольку лазер с подобными характеристиками подобрать довольно сложно, то используется схема с 2 лазерами — импульсным и накачки. Схема работы оптической части распределенного датчика температуры представлена на рис.2. Импульсный лазер генерирует оптический сигнал, который проходит через циркулятор и попадает в волоконный эрбиевый усилитель, затем отражается от брэгговской решетки. Брэгговская решетка отражает излучение на своей центральной длине волны с очень узким спектром, порядка 2 нм. За брэгговской решеткой находится лазер накачки, увеличивающий оптическую мощность сигнала,

отраженного от брэгговской решетки. Отраженный импульс снова проходит через эрбиевый усилитель и возвращается в циркулятор, который отправляет его непосредственно в чувствительный элемент.

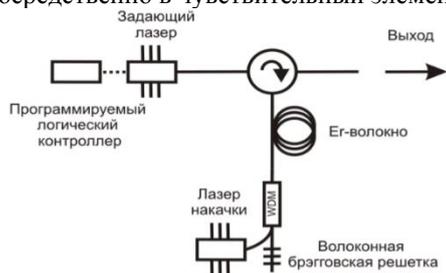


Рис.2. Схема генерации оптического импульса
Улучшенная обработка сигналов

В работе предложен улучшенный способ обработки сигнала с датчика.

Оцифрованный сигнал с фотоприемника в виде одиночного импульса представлен на рис.3.

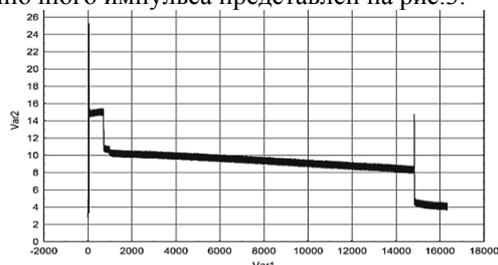


Рис.3. Оцифрованный сигнал с фотоприемника в виде одиночного импульса

Для получения конкретного значения проводим усреднения, путем нахождения среднего арифметического и медианного значения для стоксовых и антистоксовых компонент. Полученные значения заносим в таблицу 1.

Таблица 1. Среднее арифметическое и медиана для стоксовых и антистоксовых компонент

	Среднее арифметическое	Медианное значение
Стокс	9,49509	9,00000
Антистокс	12,16337	12,00000

Из таблицы 1 видно, что значения среднего арифметического и температуры отличаются, в соответствии с [3] оценка медианного значения достовернее.

Заселенность возбужденного уровня напрямую зависит от температуры вещества, а значит, и интенсивность антистоксовой компоненты будет проявлять температурную зависимость. Известно, что в силикатном оптоволокне компоненты КР отстоят от центральной компоненты приблизительно на 440 см^{-1} . Для исключения нетемпературных эффектов, приводящих к изменениям интенсивности антистоксовой компоненты (таких как изгибные потери или потери на сварках волокна), требуется произвести её нормировку на интенсивность стоксовой компоненты КР. В этом случае будем иметь следующую формулу для температурной зависимости:

$$\frac{I_{as}(T)}{I_s(T)} = \left(\frac{\gamma_{as}}{\gamma_s}\right)^4 \exp\left(-\frac{h\nu}{k_B T}\right) \quad (1)$$

где ν_{as} , ν_s – частоты антистоксовой и стоксовой компонент соответственно;

k_B – константа Больцмана;

h – постоянная Планка;

T – абсолютная температура.

Информация о температуре содержится в основном в антистоксовой компоненте, однако ее интенсивность настолько слабая, что эту линию рассеяния едва видно. Для того чтобы можно было выделить из шумового сигнала достаточное количество антистоксового рассеяния, используют многомодовые волокна, в которых площадь рассеяния существенно выше по сравнению с одномодовыми световодами. Благодаря этому в многомодовых волокнах требуется приблизительно один метр волокна, чтобы накопить достаточное количество сигнала для обработки. В одномодовых же линиях аналогичная длина волокна должна составлять 4-10 метров, что в разы снижает пространственное разрешение датчика в целом. Однако у датчиков на основе многомодовых волокон также есть и существенный недостаток – это относительно большие потери, которые ограничивают длину чувствительной линии до 10 км. Для достижения приемлемых характеристик датчика, требуется мощный импульсный источник опроса, высокочувствительная система регистрации и сложные методы обработки сигнала.

Заключение

Для рамановского датчика измерения температуры получены средние и медианные значения импульсов, выдвинуто предположение на счет более достоверного значения, но для получения определенного температурного значения требуются дальнейшие исследования. Также необходимо проводить фильтрацию полученного сигнала, для устранения грубых ошибок, возникновение которых возможно за счет наличия помех спектральных составляющих. Фильтрация сигнала устранил грубые ошибки и поможет повысить точности измерения.

Литература

- Кузнецова Е.Ю., Стукач О.В. Волоконно-оптический датчик измерения температуры // Сборник трудов XII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск. - 2014. - С. 55-56.
- J. P. Dakin, D. J. Pratt, G. W. Bibby, and J. N. Ross. Distributed optical fiber Raman temperature sensor using a semiconductor light source and detector // Electronics Letters. – 1985 - №21. - С. 569–570.
- А.И. Орлов. Математические методы исследований и теория измерений// «Заводская лаборатория. Диагностика материалов» - 2006 - № 1. Том 72. – С.67-70.

СИСТЕМА КАЛИБРОВКИ МАГНИТОМЕТРА: ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ УСТРОЙСТВА

И.И. Булуев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, г. Томск, проспект Ленина, дом 30
ilusha070893@mail.ru

1. Введение

Калибровка представляет установление зависимости между показаниями средства измерения и измеряемой величиной. Под калибровкой также часто понимают процесс подстройки показаний выходной величины или индикации измерительного инструмента до достижения согласования между эталонной величиной на входе и результатом на выходе (с учётом оговоренной точности) [1]. В робототехнике чаще всего датчики, которые подвергаются калибровке – это акселерометры, гироскопы и магнитометры. Процесс калибровки акселерометров и гироскопов автоматизирован: он осуществляется с помощью специализированного программного обеспечения, чего нельзя сказать о калибровке магнитометров. В работе рассматривается особенность проектирования такого устройства, как система калибровки магнитометра.

2. Постановка задач работы

Автоматизация процесса калибровки магнитометра позволит добиться высокой точности измеряемых показаний – это является главной целью создаваемой системы. Для её достижения необходимо:

- составить структурную, функциональную и электрическую принципиальную схемы системы;
- произвести выбор компонентов для экспериментального макета системы;
- составить алгоритм и разработать ПО для системы калибровки;
- собрать экспериментальный образец системы.

3. Структура системы калибровки

На рисунке 1 представлена структурная схема устройства [2]. Дадим пояснения к этой схеме.

В качестве меры магнитной индукции предпочтительнее использовать катушку Гельмгольца, так как однородность магнитного поля в ней, по сравнению с соленоидом, выше, а в изготовлении она проще [3]. Объектом управления является датчик магнитометра, который должен помещаться в катушку. Калибровка датчика заключается в его точном позиционировании в полости катушки в область однородного магнитного поля. Таким образом, в системе должен быть блок устройства перемещения.

Процесс перемещения датчика и снятия показаний, а также работоспособность системы необходимо

контролировать. Данный контроль должен осуществляться посредством визуального отображения информации о состоянии системы, местоположении датчика в полости катушки и его показаниях. Следовательно, в системе должен быть блок устройства отображения информации.

При перемещении датчика в полости катушки, необходимо добиться установления требуемого значения регулируемой величины (расстояния, на которое должен переместиться датчик). Регулирование датчика должно осуществляться посредством внешнего воздействия. Таким образом, создаваемая система должна содержать блок устройства, принимающего внешнее воздействие (возмущение).

Собирать, накапливать, передавать, обрабатывать и представлять информацию в нужном виде возможно, используя устройство обработки информации. Такое устройство позволит связать воедино (в сеть) все вышеперечисленные блоки, необходимые для создания системы. Следовательно, в создаваемую установку необходимо ввести блок устройства, выполняющего функции сбора, накопления, передачи и обработки информации.

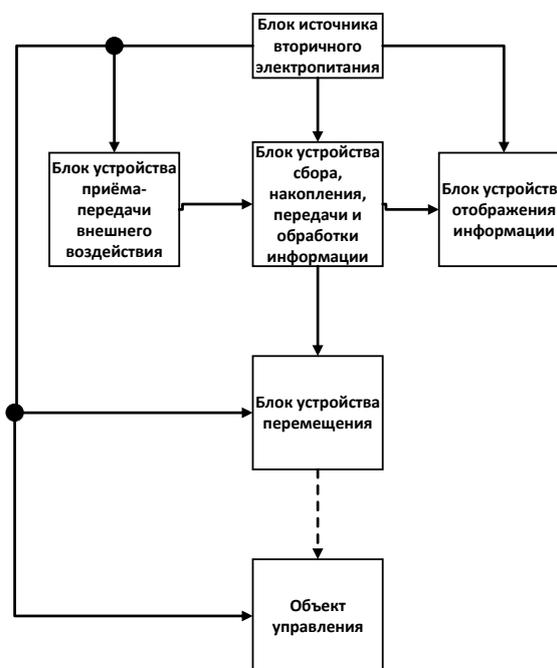


Рис. 1. Структурная схема системы калибровки магнитометра

Для обеспечения всех устройств системы электрическим питанием, путём преобразования энергии других источников питания, нужно ввести блок источника вторичного электропитания.

Данное устройство сможет повысить/понизить величину напряжения, необходимую для корректной работы системы в целом [4].

4. Алгоритм

При включении питания системы происходит инициализация всех глобальных переменных. После этого на экран дисплея выводится сообщение: «Loading. Waiting», которое сигнализирует о том, что микроконтроллер и вся система «загружаются». Затем происходит очистка экрана дисплея и появляется надпись «Working», сигнализирующая о начале работы.

Основной частью алгоритма является работа микроконтроллера в бесконечном цикле: пока не приходит сигнал (последовательность импульсов) с энкодера, вся система находится в режиме ожидания. Сигналы, приходящие с эн-кодера в виде кода Грея, поступают на микроконтроллер. Для того, чтобы не пропустить сигнал, микроконтроллер должен постоянно опрашивать энкодер. Для этого энкодер должен быть соединен с пинами микроконтроллера, имеющими пометку INT (от англ. interrupt – прерывание, сигнал прерывания). Таким образом, работа системы энкодер – микроконтроллер заключается в постоянном опрашивании второго первым.

При приходе сигналов с энкодера, происходит проверка их последовательности. Двоичная кодировка приходящих импульсов соответствует нескольким положениям энкодера: энкодер неподвижен, вращается по часовой стрелке, либо же против неё. После проверки данного условия происходит вывод значений на дисплей. Данные цифровые значения соответствуют расстоянию (в мм), на которое будет перемещаться датчик в полости катушки. Возможны два вида перемещения: вверх (положение UP), либо же вниз (положение DOWN). После вывода информации на дисплей подаётся соответствующая последовательность импульсов на драйвер шагового двигателя, который приводит во вращение сам шаговый двигатель [5].

5. Заключение

В ходе выполнения работы были разработаны все типы схем системы и полная конструкторская документация, обоснован выбор элементов системы. К разработанному алгоритму работы микроконтроллера написано программное обеспечение на языке C++ в среде разработки Atmel Studio V6.2. Устройство работает корректно и решает следующие задачи:

- приём сигналов (импульсов) с энкодера;
- преобразование приходящих импульсов в двоичном коде Грея для дальнейших операций;

– вывод информации о задаваемом энкодером перемещении на LCD дисплей с указанием размерности и направления движения;

– управление драйвером шагового двигателя и, как следствие, самим шаговым двигателем.

Экспериментальный образец устройства, представленный на рисунке 2, в настоящее время используется для калибровки магнитометров в лаборатории телекоммуникаций, приборостроения и морской геологии ТПУ.

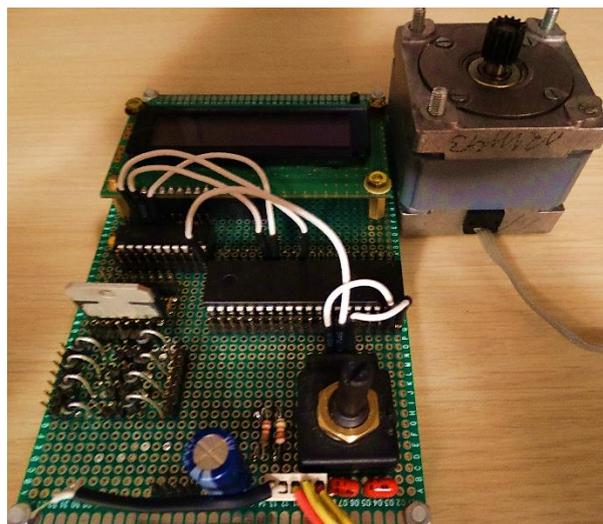


Рис. 2. Внешний вид экспериментального образца устройства

Литература

1. Калибровка [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Калибровка>, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 20.10.2015 г.
2. ЕСКД. Схемы электрические функциональные. [Электронный ресурс] URL: <http://www.labfor.ru/guidance/eskd/64>, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 25.03.2015 г.
3. Киров С.А. Создание и измерение магнитного поля/ Киров С.А., Са-лецкий А.М., Харабадзе Д.Э. Московский государственный университет им. В. Ломоносова. Изд-во физ. фак-та МГУ, 2010 – 15 с. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 25.10.2015 г.
4. Булуев И.И. Создание системы калибровки датчиков для подводных роботов: проектирование и программирование // Ресурсоэффективным технологиям – энергию и энтузиазм молодых. 22–24 апреля 2015 г., г. Томск, ТПУ, С. 356 – 360.
5. Булуев И. И. Проектирование системы автоматической калибровки глубоководного магнитометра // Международный союз ученых "Наука. Технологии. Производство" – 2014 – №. 2. – С. 32–35.

СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ МОНТАЖА БОРТОВОЙ КАБЕЛЬНОЙ СЕТИ

Прокопьев Р. О.

Научный руководитель: Берестнева О.Г. , д. т. н, профессор
Томский политехнический университет
tuz36@mail.ru

Введение

Применение компьютерной техники стало неотъемлемой частью в современной жизни. Большинство производственных компаний в различных отраслях используют ЭВМ для решения сложных задач. Хотя совсем недавно компьютер использовался как вспомогательное устройство, основная же работа оставалась за человеком.

С появлением мощных графических программ, а так же компьютеров , способных решать не только математические задачи, но и визуализировать сложнейшие технологические процессы на экране, начинается новая эра в компьютерной промышленности.

На сегодняшний день трехмерное моделирование используется во многих сферах промышленности. Соответственно и современная космическая промышленность не отстает от современных технологий и использует трехмерное проектирование.

В настоящее время беспилотные космические аппараты немыслимы без бортовых кабельных систем. Современные беспилотные системы представляют собой сложные устройства, оснащенные множеством различных приборов и измерительной аппаратуры, которые, в свою очередь, связаны между собой различного вида кабелями.

Монтаж бортовой кабельной сети представляет собой сложный и трудоемкий процесс, именно поэтому возникает необходимость его моделирования.

Создание модели монтажа бортовой кабельной сети на термостабилизирующей платформе

Монтаж бортовой кабельной сети осуществляется на термостабилизирующей платформе с установленными на ней тепловыми трубами и блоками управления с использованием схемы общей электрической стыковки кабелей к блокам управления.

Кабельная сеть представляет собой сложную систему и ее монтаж невозможен без использования каркаса. Сборка каркаса, модель которого была создана, включает в себя втулку, трубу, а также профиль.

Для решения задачи необходимо смоделировать установку каркаса и монтаж бортовой кабельной сети. Для построения трехмерной модели использовались программные продукты SolidWorks и NX.

SolidWorks – программный комплекс САПР для автоматизации работ промышленного предприятия на этапах конструкторской и технологической

подготовки производства. Обеспечивает разработку изделий любой степени сложности и назначении.

NX – флагманская CAD/CAM/CAE-система.

Процесс моделирования состоял из нескольких этапов.

К первому этапу создания 3D моделей относятся модели деталей. Одна из разработанных моделей представлена моделью детали «Профиль» выполненная в программе SolidWorks (рисунок 1) и NX (рисунок 2).

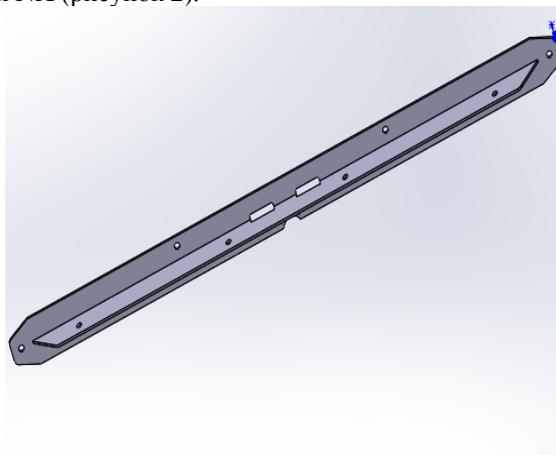


Рис. 1. 3D модель детали «Профиль» в SolidWorks

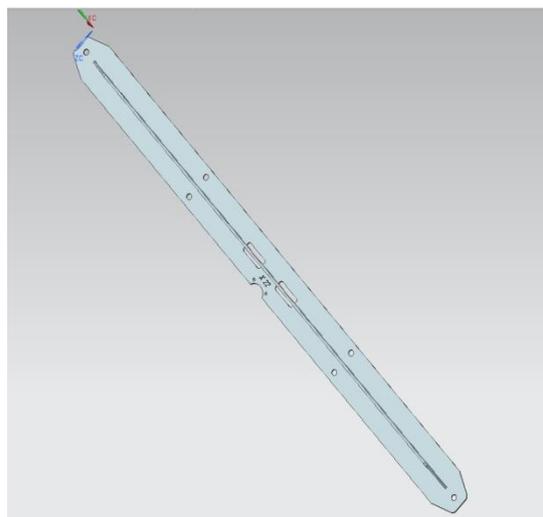


Рис. 2. 3D модель детали «Профиль» в NX

Ко второму этапу относятся модели сборочных единиц. Модели сборочных единиц состояются из ранее смоделированных деталей. На рисунке 3 представлена 3D модель сборочной единицы «Ферма».

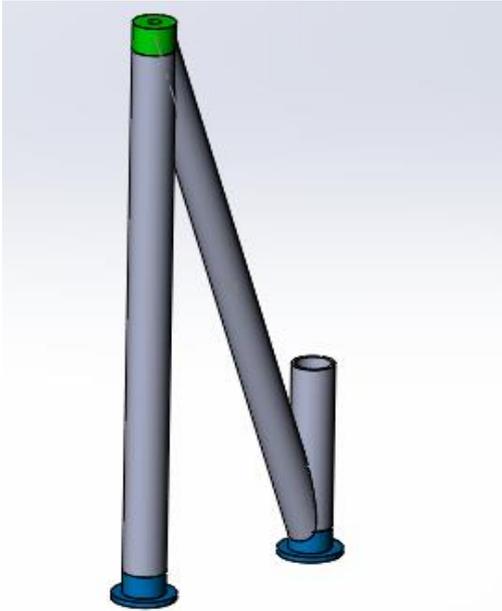


Рис. 3. 3D модель сборочной единицы «Ферма» в SolidWorks

К третьему этапу относится 3D модель установки деталей и сборочных единиц «Установка каркаса». Итоговая модель представлена на рисунке 4.

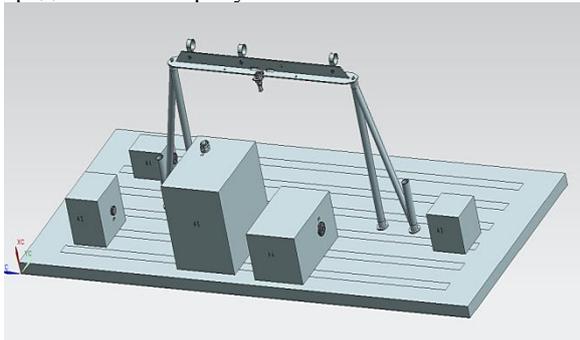


Рис. 4. 3D модель «Установка каркаса» в NX

К четвертому этому относится монтаж бортовой кабельной сети, включающее в себя соединение между собой кабелем блоков управления, проходящим по разработанному каркасу.

Таким образом, задача по монтажу бортовой кабельной сети на термостабилизирующей платформе выполнена. Однако для того, чтобы выяснить, насколько разработанный каркас соответствует предъявленным требованиям, необходимо провести имитационное моделирование прочности конструкции.

Для моделирования и исследования прочности каркаса использовалась программа SolidWorks. В программе задается материал, из которого

выполнен каркас, задается нагрузка (определяется предъявляемыми к каркасу требованиями). Исходя из результатов моделирования, можно сделать вывод о том, насколько каркас (а именно подбор материалов и расчет размеров деталей, входящих в него) выполнен правильно.

На рисунке 5 представлен результат моделирования.

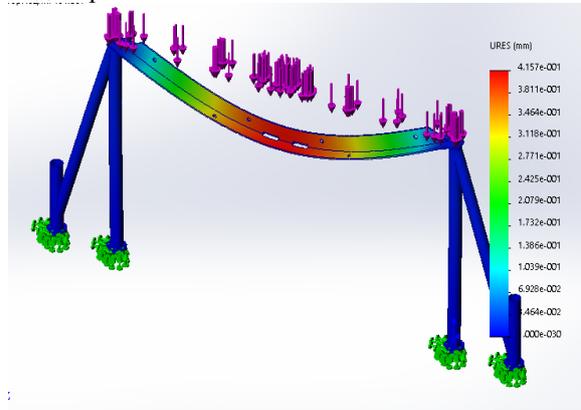


Рис. 5. Деформация профиля на разработанном каркасе

Так как результат моделирования удовлетворяет требованиям к каркасу, подбор материалов и размеров деталей можно считать правильным. Следовательно, смоделированный каркас может быть использован для монтажа бортовой кабельной сети.

Заключение

Бортовая кабельная система представляет собой важную часть космического аппарата, а также других беспилотных систем. Однако ее монтаж является сложной и трудоемкой задачей.

Моделирование монтажа значительно упрощает решение данной задачи.

В результате проделанной работы была создана модель каркаса, позволяющего осуществить монтаж бортовой кабельной сети. Помимо его конструкции, была также смоделирована нагрузка. Результат такого моделирования позволяет проверить правильность решения касательно материала каркаса, размера его деталей а также конфигурации самой конструкции.

Список использованных источников

1. SolidWorks Russia [Электронный ресурс], режим доступа – <http://solidworks.ru/products/444/>, свободный;
2. Ведмидь П. А. Основы NX CAM. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 216с.
3. Дэвид Бирнз. AutoCAD 2012 для чайников = AutoCAD 2012 for Dummies. – М.: «Диалектика», 2011. – 496с.

ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННОЙ КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ИМПУЛЬСОВ

Марукян В.М., Фаерман В.А.

Томский политехнический университет
faermanvlad@mail.ru

В настоящее время, техническая диагностика является одной из основных задач неразрушающего контроля [1]. В зависимости от типов обследуемых объектов находят применения различные методы контроля, такие как акусто-эмиссионный, электро-магнитный, оптоволоконный. Однако наиболее широкое распространение при решении задачи диагностики машин вращения получил вибрационный метод, в связи с его относительной простотой и доступностью оборудования [1, 2].

В основе вибрационной диагностики машин вращения лежит известная взаимосвязь между техническим состоянием устройства и производимыми им механическими колебаниями. Данная взаимосвязь находила применение для диагностики со времен эксплуатации первых машин. Однако, обследования устройств производились с целью выбора оптимальных конструкторских решений на этапе разработки машины и не имели широкого распространения, что объяснялось низкой точностью и большой трудоемкостью измерения вибрации, с использованием простейших оптических средств [2].

В последние десятилетия, благодаря появлению более совершенных и доступных датчиков колебаний и интенсивному развитию микропроцессорной техники, исследование вибрации стало значительно более простым и эффективным, что привело к расширению круга решаемых таким образом практических задач [3]. В настоящее время данный подход внесен в реестр методов неразрушающего контроля [1].

Стоит отметить, что в качестве основных информативных признаков сигнала вибрации при диагностике выступают его гармонические составляющие, определенные значения частот и амплитуд которых являются признаками дефектов [2]. Для выделения гармонических составляющих обычно применяется преобразование Фурье сигналов. Однако, вследствие того, что частотный интервал, в котором потенциально могут быть обнаружены признаки дефектов, достаточно широк, распознавание гармонических составляющих в смеси может представлять сложность при наличии интенсивных аддитивных шумов. Последнее накладывает ограничения на возможность эффективного решения задачи извлечения информативных признаков вибрации посредством спектрального анализа [4].

В некоторых случаях, информацию о наличии дефектов или о режимах работы машин могут нести периодические импульсы. Особенностью сигналов подобного рода является невозможность их исследования лишь методами спектрального анализа. Последнее обуславливается тем, что форма импульсных сигналов определяется комплексной огибающей спектра [5], в то время как период зависит от количества не нулевых частотных отсчетов [5]. Таким образом, основываясь лишь на частотной полосе, в которой сосредоточен спектр сигнала не представляется возможным определить периодичность его импульсов. На рисунке 1 представлен примерный вид огибающей амплитудного спектра периодического импульсного сигнала и соответствующая форма импульсов. Как отмечалось выше, вне зависимости от периодичности импульсов, огибающая не будет изменяться.

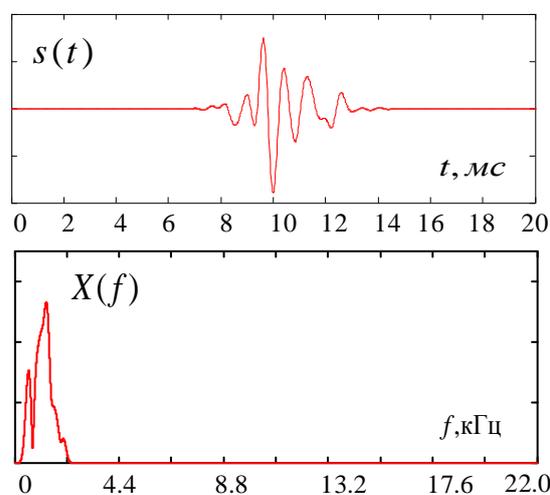


Рисунок 1 – Форма импульса (сверху) и огибающая амплитудного спектра (снизу)

Для анализа периодических импульсных сигналов различной, в том числе сложной формы, а также для выделения слабых гармонических составляющих находит применение корреляционный анализ [6].

В связи с тем, что одинаковые импульсы периодически повторяются, на коррелограмме появляются выраженные пики по положению которых может быть определена периодичность импульсов. Для этого достаточно измерить разницу во времени появления двух соседних пиков.

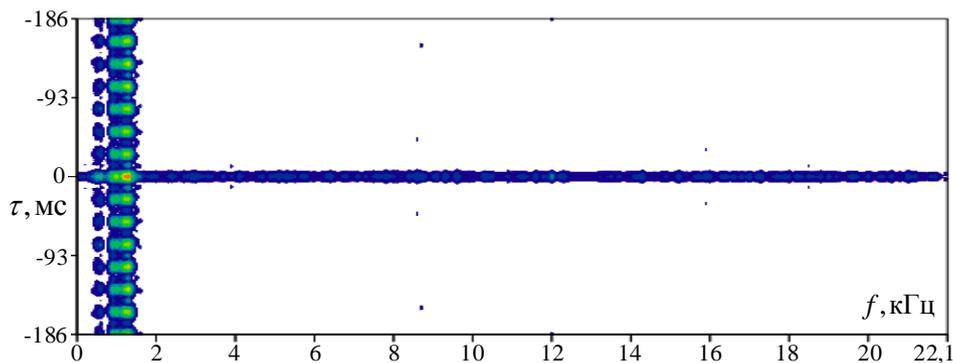


Рисунок 2 - График частотно-временной автокорреляционной функции периодического сигнала

Недостатком метода основанного на исследовании автокорреляционных функций сигналов является трудность получения информации о спектральных характеристиках сигнала. При этом данная проблема не всегда может быть решена путём одновременного непосредственного применения как спектрального, так и корреляционного методов [7]. Последнее обусловлено отсутствием очевидной связи между спектральной характеристикой и автокорреляционной функцией сигнала, в особенности если информативная составляющая является широкополосной, а в смеси присутствует интенсивный аддитивный шум.

В качестве решения может быть использован подход, основанный на применении математического аппарата частотно-временного корреляционного анализа. В качестве примера далее рассматривается исследование периодического импульсного сигнала, огибающая спектра которого приведена выше. Синтез сигналов производился в Mathcad в соответствии с [8]. Параметры исследуемого сигнала представлены в таблице.

Таблица. Параметры тестового сигнала

Параметр	Значение
Длительность импульса, мс	8
Период, мс	26,54 мс
Границы спектра, Гц	250..2250
Шум	Отсутствует

Графическое изображение частотно-временной автокорреляционной функции приведено на рисунке 2. Яркие цвета (зелёный, жёлтый, красный) соответствуют высоким значениям функции, белый цвет – низким.

Как отмечалось, по виду частотно-временной автокорреляционной функции сигнала, могут быть определены период следования импульсов и их частотные границы. В частности, для определения периода следования импульсов достаточно вычислить отношения длительности временного интервала на котором определена функция к количеству выраженных корреляционных пиков. Для рассматриваемого примера

$$T_{\text{имп}} = 372/14 = 26,57 \text{ мс.}$$

Точность оценки периода оказывается значительно более низкой в том случае, если число импульсов приходящихся на рассматриваемый временной интервал не является целым. Однако путём увеличения ширины окна преобразования Фурье представляется возможным обеспечить достаточную точность оценки.

Список использованных источников

1. Каневский И.Н., Сальникова Е.Н. Неразрушающие методы контроля: учеб. пос. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2007. – 243 с.
2. Петрухин В.В. Основы вибродиагностики и средств измерения вибрации: Учебн. пособие. / Петрухин В.В., Петрухин С.В. – М.: Изд-во Инфраинженерия, 2010 – 176 с.
3. Фаерман В.А. Структурные и функциональные особенности современных вибродатчиков / В.А. Фаерман, П.С. Степанцов, В.С. Аврамчук: Сб. трудов. XI межд. научно-практ. конференции «Молодёжь и современные информационные технологии». – Томск. – 2013. – С. 221-223.
4. Фаерман В.А., Аврамчук В.С. Общие принципы контроля машинного оборудования: сб. трудов XI межд. научно-практ. конференции «Молодёжь и современные информационные технологии». – Томск. - 2013. - С. 223-225.
5. Радиотехнические цепи и сигналы. Задачи и задания / учеб. для вузов / под ред. проф. А.Н. Яковлева. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002. – 348 с.
6. Айфичер Э.С., Джервис Б.У. Цифровая обработка сигналов: практический подход: 2-е изд.: пер. с англ. – М.: Вильямс, 2004. – 992 с.
7. Аврамчук В.С., Казьмин В.П. Анализ сигналов вибрации двигателя внутреннего сгорания // Известия Томского политехнического университета. - 2013. – Т. 323. - № 5. – С. 69-73.
8. Марукян В.М., Фаерман В.А. Генерация периодических сигналов с заданной локализацией спектра в ППП Mathcad: сб. трудов XII всеросс. научно-практ. конференции. – Томск. – 2015. – 251 с

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПЕРЕКРЫТИЯ ОКОН ДПФ НА ИНФОРМАТИВНОСТЬ ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННОЙ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ ФУНКЦИИ ПРИ АНАЛИЗЕ КОРОТКИХ СИГНАЛОВ

Фаерман В.А.

Томский политехнический университет
faermanvlad@mail.ru

Решение широкого круга инженерных задач (таких как, например, диагностика эксплуатационного состояния технических объектов) требует эффективных методов анализа сигналов. Данное утверждение обуславливается, прежде всего тем, что для решения подобных задач необходимым является оценка значения некоторого информативного параметра, непосредственное измерение которого невозможно в силу влияния шумов [1]. Примером может служить задача определения местоположения утечек корреляционно-акустическим методом в трубопроводах, находящихся под давлением.

Суть упомянутого метода заключается в следующем. Пьезоэлектрические датчики вибрации устанавливаются (непосредственно на поверхность трубы) на обоих концах линейного участка трубопровода, на котором наблюдается утечка. Место истечения среды под давлением является источником акустической эмиссии и воспроизводит сигнал, который фиксируется обоими датчиками. При этом, различие в фазовых характеристиках сигналов, фиксируемых на концах обследуемого участка трубопровода, может быть использовано для определения местоположения течи [2].

Для анализа сигналов полученных описанным способом и определения местоположения утечки используется математический аппарат корреляционного анализа. В связи с современным распространением вычислительной техники, наибольшее распространение имеют цифровые корреляторы на базе микропроцессорных устройств. Корреляционный анализ при этом сводится к реализации алгоритма, основанного на поиске экстремума корреляционной функции $r_{12}(j)$ оцифрованных сигналов $\xi_1(i)$, $\xi_2(i)$ ($i = 0, 1, \dots, N - 1$)

$$r_{12}(j) = \frac{1}{N_0} \cdot \frac{1}{K} \cdot F^{-1} \left(\sum_{k=0}^{K-1} (F[\xi_1(i)] \cdot F^*[\xi_2(i)]) \right) \quad (1)$$

где F - прямое дискретное преобразование Фурье (ДПФ); где F^{-1} - обратное ДПФ; F^* - комплексно-сопряженное представление результата ДПФ; N_0 - ширина окна ДПФ; $K = N/N_0$ - количество окон ДПФ шириной N_0 .

Стоит отметить, что для применения (1) необходимо, чтобы производимая утечкой полезная составляющая сигналов на входе коррелятора являлась стационарной. Под стационарностью полезной составляющей, в контексте рассматриваемой задачи, можно

понимать постоянство мгновенных спектров (как амплитудных, так и частотных) акустического сигнала, производимого средой, истекающей из трубы. На практике, как правило, данное условие в полной мере выполняться не может в связи с рядом факторов среди которых неравномерный расход жидкости, непостоянство параметров перекачки и другие [3]. Тем не менее, анализируемые сигналы могут рассматриваться как квазистационарные (то есть стационарные в течение некоторого непродолжительного момента времени). Таким образом, требование к стационарности накладывает ограничение на продолжительность анализируемых сигналов T и, следовательно, на количество анализируемых отсчетов

$$N = T \cdot f_d,$$

где f_d - частота дискретизации.

В общем случае, объем исследуемой выборки N оказывает влияние на качество анализа. Это обуславливается применением в (1) когерентного усреднения корреляционных функций, которое способствует подавлению шумов на выходе коррелятора и способствует различимости пика на коррелограмме [4]. Таким образом, невозможность использования выборок содержащих достаточное количество отсчета приводит к усложнению задачи анализа.

В тоже время, в силу особенностей контролируемого трубопровода, а также неблагоприятных условий проведения обследования, при обнаружении утечек не редко складывается ситуация, в которой корреляционный пик оказывается неразличим или не является единственным. В таких случаях, не представляется возможным однозначное определение местоположения пика [5]. Для разрешения данной проблемы находят применение различные методы дополнительного исследования сигналов, основанные на привлечение спектральной информации одним из которых является вычисление частотно-временных корреляционных функций [6]. Тем не менее, в случае если N оказывается не достаточно велик, вышеописанные меры также могут оказаться не эффективны.

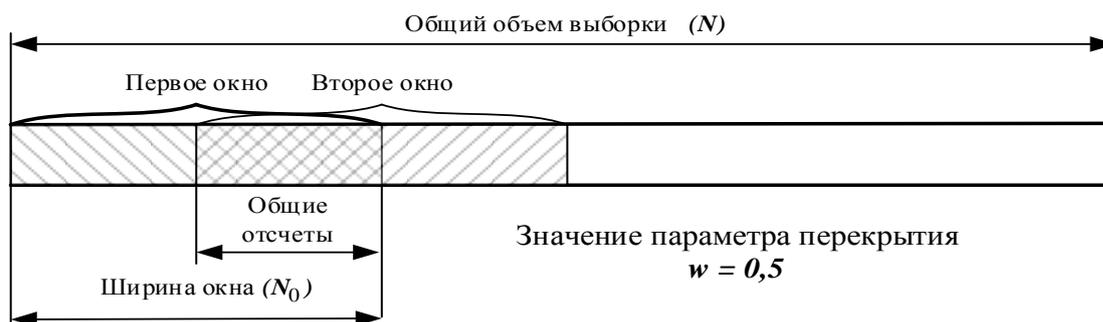


Рисунок – Параметр перекрытия при оконном анализе цифровых сигналов

Действенной мерой для искусственного увеличения числа интервалов, по которым может осуществляться усреднение корреляционной функции, с целью подавления случайных шумов на выходе коррелятора является введение параметра перекрытия [4]. Значение параметра перекрытия w ($0 \leq w < 1$) показывает долю общих отсчетов в двух любых соседних окнах анализируемых сигналов (см. рис.). Таким образом, при использовании перекрытия количество усредняемых корреляционных функций определяется следующим образом

$$K = 1 + \frac{\frac{N}{N_0} - 1}{(1 - w)}$$

В таблице приводятся некоторые результаты исследования влияния w на информативность частотно-временной корреляционной функции (относительно минимального значения), полученной в результате анализа $N = 2^{14}$ отсчетов исходных сигналов. Ширина окна преобразования Фурье - 2^{12} Тестовые сигналы генерировались в ППП Mathcad (отношение сигнал/шум на входе коррелятора -20 дБ). Для оценивания информативности использовался подход, описанный в [7].

Таблица. Влияние перекрытия окон

№	Перекрытие	Информативность
1	$w = 0, K = 4$	1,000
2	$w = 0,25, K = 5$	1,021
3	$w = 0,50, K = 7$	1,079
4	$w = 0,75, K = 13$	1,111

Описанный метод может быть использован для повышения качества анализа и подавления случайных шумов на выходе коррелятора ценой увеличения объема производимых вычислений пропорционально увеличению K . Стоит отметить, что результаты оценки информативности, не являются показательными, так как приращение информативности корреляционной функции находится в зависимости от отношения сигнал/шум на входе коррелятора. Последнее

обусловлено влиянием когерентного усреднения [4, 8].

Список использованных источников

1. Каневский И.Н., Сальникова Е.Н. Неразрушающие методы контроля: учеб. пос. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2007. – 243 с.
2. Айфичер Э.С., Джервис Б.У. Цифровая обработка сигналов: практический подход: 2-е изд. : пер. с англ. – М.: Вильямс, 2004. – 992 с.
3. Строганов В.А., Хоролич В.Н. Экспериментальное исследование сигналов утечек подземных трубопроводов // Вестник Севастопольского национального технического университета. – 2010. - № 101. – С. 29-32.
4. Лайонс Р. Цифровая обработка сигналов: пер. с англ.: второе издание: – М.: Бином-Пресс, 2006. – 656 с.
5. Аврамчук В.С. Частотно-временной корреляционный анализ в задачах определения координат утечек в трубопроводах / В.С. Аврамчук, В.И. Гончаров, Ч.В. Тъяу // Известия Томского политехнического университета. – 2010. – Т. 317. - № 2. – С. 70-73.
6. Фаерман В.А., Аврамчук В.С. Обзор методов повышения отношения сигнал/шум при решении задачи обнаружения сигналов неизвестной формы // Современные техника и технологии: сб. трудов XX межд. научно-практ. конф., 14-18 апреля 2014 г. – 2014. – Т. 2. – С. 261-262.
7. Фаерман В.А. Количественная оценка информативности корреляционного анализа при решении задач локации источника сигнала // Технологии Microsoft в теории и практике программирования: сб. трудов VII всеросс. научно-практ. конф., 25-26 марта 2015 г. – 2015. – С. 203-205.
8. Фаерман В.А. Применение когерентного анализа для повышения информативности частотно-временной корреляционной функции // Молодёжь и современные информационные технологии: сб. трудов XII межд. научно-практ. конф., 12-14 ноября 2014 г. – 2014. – Т. 1. – С. 98-99.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ШИРИНЫ ОКНА ДПФ НА ИНФОРМАТИВНОСТЬ ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННОЙ ФУНКЦИИ НА ВЫХОДЕ КОРРЕЛЯТОРА ПРИ АНАЛИЗЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНЫХ СИГНАЛОВ

Фаерман В.А. Черемнов А.Г.

Томский политехнический университет

faermanvlad@mail.ru

Решение широкого круга инженерных задач (таких как, например, диагностика эксплуатационного состояния технических объектов) требует эффективных методов анализа сигналов. Данное утверждение обуславливается, прежде всего тем, что для решения подобных задач необходимым является оценка значения некоторого информативного параметра, непосредственное измерение которого невозможно в силу влияния шумов [1]. Примером может служить задача определения местоположения утечек корреляционно-акустическим методом в трубопроводах, находящихся под давлением.

Суть упомянутого метода заключается в следующем. Пьезоэлектрические датчики вибрации устанавливаются (непосредственно на поверхность трубы) на обоих концах линейного участка трубопровода, на котором наблюдается утечка. Место истечения среды под давлением является источником акустической эмиссии и воспроизводит сигнал, который фиксируется обоими датчиками. При этом, различие в фазовых характеристиках сигналов, фиксируемых на концах обследуемого участка трубопровода, может быть использовано для определения местоположения течи [2].

Для анализа сигналов полученных описанным способом и определения местоположения утечки используется математический аппарат корреляционного анализа. Практически возможны различные варианты реализации корреляторов, однако в последнее время наиболее распространенным способом реализации является программный. Последнее объясняется с одной стороны значительным удешевлением микропроцессорных устройств, наблюдающимся в последнее время, и непрерывным продолжающимся увеличением их вычислительных возможностей. В современных реализациях цифровых корреляторов, вычисление корреляционной функции, как правило, осуществляется через дискретные преобразования Фурье (ДПФ) на основании теоремы о корреляции описанной в [3]. При этом, основным параметром, задаваемым при вычислении и оказывающем влияние на результат является ширина окна преобразования Фурье (N_0). Под шириной окна преобразования Фурье понимают количество отсчетов оцифрованных сигналов, одновременно используемых при вычислении корреляционной функции. Также, данный параметр можно

интерпретировать как продолжительность единовременно анализируемых сигналов

$$T_0 = \frac{N_0}{f_d},$$

где f_d - частота дискретизации, T_0 - продолжительность сигналов.

Стоит отметить, что вычисление корреляционной функции связано с выполнением большого объема вычислительных операций, даже несмотря на применение теоремы о корреляции [4]. В связи с этим, для вычисления прямого и обратного ДПФ применяют алгоритм быстрого преобразования Фурье. Особенностью последнего является то, что он накладывает дополнительные ограничения на ширину окна преобразования -

$$N = 2^n,$$

где $n > 2$, n - целое.

Как отмечалось выше, N оказывает влияние на эффективность анализа, так как способствует ослаблению широкополосного шума за счет увеличения количества частотных отсчетов в спектре сигнала [4]. В тоже время, увеличение N приводит к нелинейному увеличению количества необходимых вычислительных операций ($12N_0 \cdot \log_2 2N + 8N$) [3]. Последнее делает актуальным исследование влияния ширины окна преобразования Фурье на качество производимого анализа.

Далее кратко описывается задача обнаружения течи корреляционно-акустическим методом. Пусть датчики в течении времени T фиксируют мгновенные значения виброакустических сигналов в равноотстоящие на Δ ($\Delta = 1/f_d$) моменты времени. Тогда в любой дискретный момент времени t_i ($i = 0, 1, \dots, N - 1$, где N - общее число отсчетов) сигнал, фиксируемый первым датчиком, может быть представлен как

$$\xi_1(i) = s_0(i - j_1) + n_1(i),$$

где $n_1(i)$ - шумовая составляющая сигнала первого датчика; $j_1 = \tau_1/\Delta$ - запаздывание сигнала первого датчика. Аналогично, для второго датчика

$$\xi_2(i) = s_0(i - j_2) + n_2(i).$$

Корреляционная функция может быть вычислена как

$$r_{12}(j) = \frac{1}{N_0} F^{-1}(F[\xi_1(i)] \cdot F^*[\xi_2(i)]), \quad (2)$$

где F - прямое дискретное преобразование Фурье (ДПФ); F^{-1} - обратное ДПФ; F^* - комплексно-сопряженное представление результата ДПФ; $i = 0, 1, \dots, N_0 - 1$; $N_0 \leq N$. Далее по виду

коррелограммы определяется максимум $r_{12}(j)$, который соответствует значению

$$j_0 = j_2 - j_1 = \frac{\tau_2 - \tau_1}{\Delta}$$

и может служить для определения оценки параметра $\Delta\tau = \tau_2 - \tau_1$, который в свою очередь используется для вычисления местоположения утечки.

В качестве альтернативы описанному методу корреляционного анализа может быть применен частотно-временной подход к корреляционному анализу, описанный в [6]. Применение указанного подхода позволяет ценой большого количества дополнительных вычислений повысить помехоустойчивость метода [7], а также получить более наглядную и удобную для дальнейшего исследования поверхность частотно-временной корреляционной функции. [6] При этом, актуальность выбора и обоснования оптимального параметра N_0 сохраняется.

В связи с тем, что непосредственный анализ продолжительных сигналов за счет увеличения N_0 на практике не представляется возможным в силу ограниченности памяти и нелинейном характере зависимости объема вычисления от ширины окна, приобретает актуальность применение альтернативных способов подавления шумов на выходе коррелятора, за счет полного использования накопленных данных. Таким способом является когерентное усреднение [5] корреляционных функций, вычисленных для различных окон БПФ одинаковой ширины. Практически, корреляционный анализ с применением когерентного усреднения корреляционных функций описывается выражением

$$r_{12}(j) = \frac{1}{N_0} \cdot \frac{1}{K} \sum_{k=0}^{K-1} F^{-1}(F[\xi_1(i)] \cdot F^*[\xi_2(i)]), \quad (1)$$

где K - количество окон БПФ шириной N_0 , представленных в исходной выборке сигналов. Тожественным (1), но более приемлемым с точки зрения реализации является выражение

$$r_{12}(j) = \frac{1}{N_0} \cdot \frac{1}{K} \cdot F^{-1} \left(\sum_{k=0}^{K-1} (F[\xi_1(i)] \cdot F^*[\xi_2(i)]) \right).$$

Стоит отметить то, что когерентное усреднение отрезков сигнала во временной области позволяет улучшить отношение сигнал/шум только в том случае, когда начальная фаза отрезков сигнала совпадает [5]. Однако применительно к рассматриваемой задаче, фаза корреляционной функции не зависит от начальной фазы сигналов [3] и условие применимости когерентного усреднения выполняется.

В таблице приводятся некоторые результаты исследования влияния N_0 на информативность (относительно минимального) частотно-временной корреляционной функции, полученной в результате анализа $N = 2^{16}$ отсчетов исходных сигналов. Тестовые сигналы генерировались в

ППП Mathcad (отношение сигнал/шум -20 дБ). Для оценивания информативности использовался подход, описанный в [8].

Таблица. Влияние ширины окна

№	Ширина окна	Информативность
1	$N_0 = 2^{10}, K = 64$	1,000
2	$N_0 = 2^{12}, K = 16$	1,894
3	$N_0 = 2^{14}, K = 4$	3,270
4	$N_0 = 2^{16}, K = 1$	4,846

В соответствии с таблицей могут быть сделаны следующие выводы: 1) основой при выборе N_0 является вычислительный потенциал располагаемого устройства; 2) в связи с тем, что на практике анализируемые сигналы представлены несколькими сотнями тысяч отсчетов (до 10 с, при $f_d = 44,1$ кГц), не имеет смысла выбор $N_0 > 2^{16}$; 3) так как N_0 определяет разрешающие способности по времени и частоте, имеет смысл $N_0 > 2^{10}$.

Список использованных источников

1. Каневский И.Н., Сальникова Е.Н. Неразрушающие методы контроля: учеб. пос. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2007. – 243 с.
2. Айфичер Э.С., Джервис Б.У. Цифровая обработка сигналов: практический подход: 2-е изд. : пер. с англ. – М.: Вильямс, 2004. – 992 с.
3. Фирсов А.А., Терентьев Д.А. Алгоритм повышения точности локации при корреляционном течеискании, основанный на анализе фазы взаимного спектра // Контроль. Диагностика. – 2014. – № 8. – С. 23-27.
4. Черемнов А.Г. Способы повышения эффективности вычисления быстрого преобразования Фурье [Электронный ресурс] // Интернет журнал Науковедение. – 2013. – № 3. URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/16n313.pdf>. – С. 1-6.
5. Лайонс Р. Цифровая обработка сигналов: второе изд. – М.: Бинум-Пресс, 2006. – 656 с.
6. Чан В.Т. Частотно-временной корреляционный анализ в задачах определения координат утечек в трубопроводах / В.Т. Чан, В.С. Аврамчук, В.И. Гончаров // Известия Томского политехнического университета. – 2010. – Т. 317. – № 2. – С. 70-73.
7. Фаерман В.А. Применение когерентного анализа для повышения информативности частотно-временной корреляционной функции // Молодёжь и современные информационные технологии: сб. трудов XII межд. научно-практ. конф., 12-14 ноября 2014 г. – 2014. – Т. 1. – С. 98-99.
8. Фаерман В.А. Количественная оценка информативности корреляционного анализа при решении задач локации источника сигнала // Технологии Microsoft в теории и практике программирования: сб. трудов VII всеросс. научно-практ. конф., 25-26 марта 2015 г. – 2015. – С. 203-205.

LOCAL COMMUNITY DETECTION COMBINING GRAPH STRUCTURE AND ATTRIBUTES

Jonas Krautter

Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Germany

jonas@krautter.info

Introduction

A graph in general is a specific form of data representation, that consists of nodes and connections between nodes, the so called edges. Several variants of graphs exist, such as directed, undirected, weighted and unweighted graphs. For directed graphs the connection between two nodes is assigned a direction – imagine a relation like 'x is-father-of y', obviously y isn't a father of x, so the relation is directed only from x to y. Weighted graphs introduce a numeric value assigned to each edge, providing a possibility to express connection strength – imagine a network of cities with railway connections between them, here the weight could express the duration of travel along a specific route.

A community within any kind of graph is a subset of nodes, which is densely interconnected. That means the nodes within the community have more (or stronger) connections to other nodes within the community, than to nodes that are external to the community. Many definitions of communities in graphs and many functions to assess their quality exist, such as Conductance and Modularity. However the problem usually is NP-hard, which makes it necessary to implement approximations and heuristics to obtain solutions.

The detection of those dense subsets in graphs has received much attention from scientists of various scientific fields. In biology the detection of communities within molecule interaction networks allows to identify functional groups within the network. In sociology social networks, where nodes are persons and edges are friendships, can be examined to find groups of persons with similar interests and opinions.

Algorithm description

In my Bachelor's thesis from April 2015 we considered attributed graphs. Very often we possess more information about a certain network, than its mere topology. Usually there is information assigned to each node, the attributes. In the example of a social network, node attributes can be the person's age, city, school, university, work place, interests and much more. Often the communities detected in graph topology are correlated with the communities that can be detected in the attribute data or an attribute subspace. This can be exploited to improve the community detection or to detect overlapping communities.

Furthermore we focussed on local detection of a single community. In general any algorithm is considered local, if it doesn't need to touch all nodes of

a graph in order to detect communities. A local algorithm to detect a single community usually gets a starting node as its input and searches for communities around this starting node locally. Local algorithms have some advantages over global algorithms. For example we might not know the entire graph structure yet, but can only query a data source for nodes and their neighbours. This is the case for the web graph for example, where the nodes are websites and the edges are links inbetween them.

The method we developed in order to combine graph topology and attributes was a transformation framework, which could be used with any arbitrary local community detection algorithm, that is only based on topology (we used PageRank-Nibble and GCE). This framework introduced an iterative approach: Attributes were learned during a first local run of the structural detection algorithm. The similarity of the attributes of two nodes, was then introduced into the existing graph as an addition to the edge weights or an addition of new edges between the nodes. Therefore the similarities within the attribute space was transformed into the topology of the graph. For the next local structural clustering step, this led to a combination of graph structure and attribute similarity.

Analysis

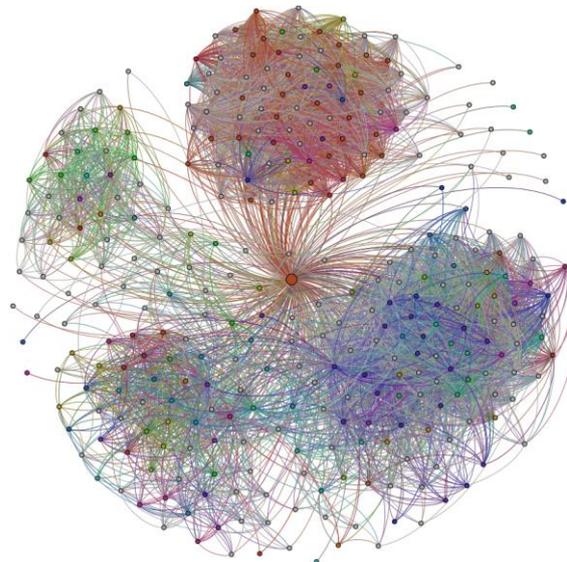


Figure 1: Extract from the Facebook friendship network from January 2015

Figure 1 represents the friendship relations around a person, together with the high school they visited or are currently visiting. A force based drawing layout has been applied to make the structural communities

visible. We see, that the high school attribute is correlated with the structural communities. We also notice, that the person in the center, who we extracted the data around, is a member of all those communities. The node is a member of multiple communities and the communities are overlapping. By selecting subspaces of the attribute space, we were able to use our iterative framework also for the detection of different overlapping communities around the seed node.

Conclusion

The results from the experiments suggest to continue further research in the direction of combination of graph topology and attributes, which is why we decided to continue our studies in context of a scientific paper, which is to be published next year at the ASONAM conference.

References

The interested reader may find more information and further references about this research project in my thesis, which is available online:
<http://www.krautter.info/kit/ilsed.pdf>

СЕКЦИЯ 3
АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ В
ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

ПСЕВДОЛИНЕЙНЫЙ ПИД-РЕГУЛЯТОР ДЛЯ СИСТЕМЫ ВТОРОГО ПОРЯДКА

Очиров В.В., Скороспешкин М.В.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
vvo1@tpu.ru

В настоящее время ПИД регуляторы широко распространены в системах автоматического регулирования (САР) для получения необходимого качества переходного процесса и точности. Данный регулятор хорошо справляется со своими функциями при статических параметрах объекта управления САР. Однако существует множество объектов управления с динамическими параметрами, то есть изменяющимися с течением времени.

Для повышения качества систем используются корректирующие устройства, которые позволяют изменять фазо-частотные характеристики.

К корректирующим устройствам относятся, в частности, корректирующие звенья, представляющие собой динамические звенья с определенными передаточными функциями. [1]

Коррекция осуществляется включением в систему корректирующих устройств [2], которые должны изменить динамику всей системы в нужном направлении.

Основная задача корректирующих устройств состоит в улучшении точности системы и качества переходных процессов. Однако наряду с этим путем введения корректирующих устройств можно сделать систему устойчивой, если она была без них неустойчивой, и добиться желаемого качества процесса регулирования. [3]

В данной работе приведены результаты исследования работы САР объектом управления (ОУ) второго порядка с использованием псевдолинейного ПИД-регулятора.

В состав данного регулятора включены следующие звенья: пропорциональное звено, интегрирующее звено, дифференцирующее звено и псевдолинейное фазоопережающее звено.

Структурная схема псевдолинейного ПИД-регулятора представлена на рисунке 1.

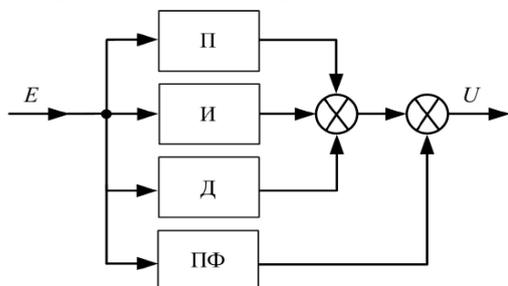


Рис.1. Структурная схема псевдолинейного регулятора.

На Рис.1. представлены следующие обозначения: П – пропорциональное звено, И – интегрирующее звено, Д – дифференцирующее звено и ПФ – псевдолинейное фазоопережающее звено.

Примером схемы псевдолинейной коррекции, позволяющей получить фазовое опережение без изменения амплитуды, может служить схема, приведенная на Рис. 2.

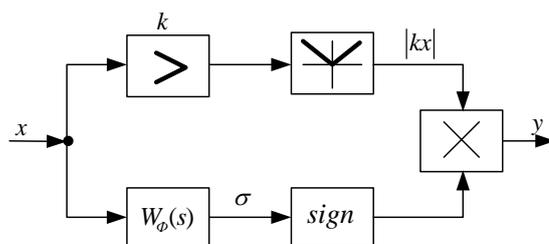


Рис.2. Структурная схема псевдолинейного фазоопережающего звена.

Входной сигнал, разветвляясь, также проходит по двум каналам. Верхняя ветвь устройства состоит из усилителя и блока взятия модуля. Нижняя ветвь – из линейного фильтра и блока сигнатуры. Сигнал на выходе получается как произведение модуля сигнала $|kx|$ на функцию знака $\text{sign}(x)$, где σ является выходом линейного фильтра $W_\phi(s)$, создающего фазо-частотное опережение.

Характерным свойством псевдолинейного фазоопережающего звена является независимость частотных характеристик звена от амплитуды входного сигнала.

$$a = \frac{1}{\pi}(\pi - 2\alpha + \sin 2\alpha); \quad b = \frac{1}{\pi}(\pi - \cos 2\alpha),$$

$$\text{где } \alpha = \arctg \frac{\omega T_1(1-v)}{1 + \omega^2 T_1^2 v}; \quad v = \frac{T_2}{T_1}$$

Анализ частотных характеристик звена показывает, что при изменении частоты и варьировании постоянных времени звена T_2 от 1 до 0,01 с, T_1 от 1 до 10 с, ФЧХ претерпевает изменения в пределах от 0 до 78° , а логарифмически АЧХ изменяется от 0 до -4 дБ. Такое изменение АЧХ не показывает существенное влияние на запас устойчивости САР. Данное псевдолинейное звено с фазовым опережением осуществляет фазовый сдвиг, величина которого зависит от значений постоянных времени T_2 и T_1 .

Для исследования работы псевдолинейного ПИД-регулятора была реализована модель САР в среде Matlab, которая показана на рисунке 3.

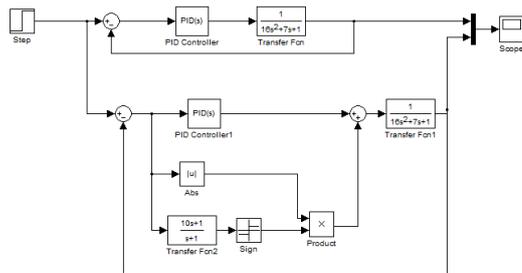


Рис.3. Модель САУ в среде Matlab.

В системе используется объект управления (ОУ) второго порядка, имеющий передаточную функцию вида:

$$W_0 = \frac{K_0}{T_{02}^2 s^2 + T_{01} s + 1}$$

где K_0 – статический коэффициент передачи ОУ, T_{01} и T_{02} – постоянные времени.

Параметры ОУ имеют следующие значения:

$$K_0 = 1; T_{01} = 7 \text{ с}; T_{02} = 4 \text{ с}.$$

Для данного объекта управления методом Циглера-Никольса были рассчитаны параметры классического ПИД-регулятора для обеспечения аperiodического переходного процесса. Коэффициенты регулятора имеют следующие значения:

$$K_p = 1.0753; K_i = 0.1331; K_d = 0.7462$$

Для исследования свойств системы регулирования была проведена настройка псевдолинейного ПИД-регулятора: значения пропорциональной, интегральной и дифференциальной составляющих были приняты равными значения классического ПИД-регулятора. Параметры настройки фазопережающего звена были приняты равными:

$$T_{01} = 10 \text{ с}; T_{02} = 1 \text{ с}.$$

На рисунке 4 приведены кривые переходных процессов для двух систем с параметрами ОУ и настройками регуляторов, описанными выше:

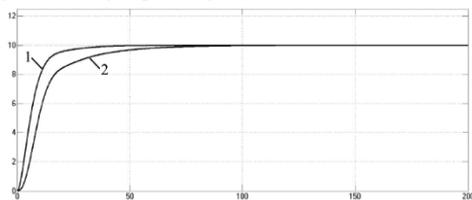


Рис.4. Кривые переходных процессов.

Кривая 1 соответствует системе с классическим ПИД-регулятором, а кривая 2 – системе с псевдолинейным ПИД-регулятором.

Как видно из рисунка характер переходных процессов является аperiodическим. В системе с псевдолинейным

На рисунке 5 приведены кривые переходных процессов для этих же САУ, с изменившимися параметрами ОУ. Значения изменившихся параметров ОУ являются следующие:

$$K_0 = 1; T_{01} = 7 \text{ с}; T_{02} = 7 \text{ с}.$$

При этом параметры псевдолинейного и классического ПИД-регулятора остались неизменными.

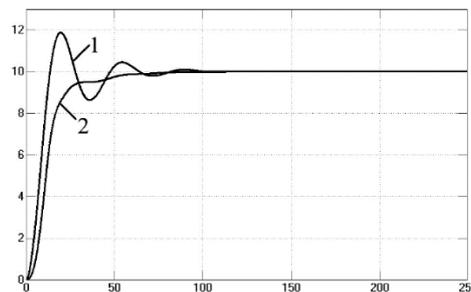


Рис.5. Кривые переходных процессов.

Кривая 1 соответствует системе с классическим ПИД-регулятором, а кривая 2 – системе с псевдолинейным ПИД-регулятором.

Как видно из рисунка качество регулирования САУ с псевдолинейным ПИД-регулятором при изменившихся параметрах ОУ является намного лучше, чем качество регулирования с классическим.

Выполненные исследования систем регулирования с предложенным регулятором показывают, что псевдолинейный ПИД-регулятор эффективно работает в условиях, когда параметры объекта управления меняются в широком диапазоне. Таким образом такой регулятор можно рассматривать, как робастный.

В данной работе рассмотрено псевдолинейное фазопережающее звено, фазовая характеристика которого изменяется в пределах от 0 до 78°. При необходимости подъема фазо-частотной характеристики на большую величину можно использовать псевдолинейное корректирующее устройство с фазовым опережением [4]. Данное звено обеспечивает подъем фазо-частотной характеристики до 175°.

Список использованных источников

1. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического регулирования, издание третье, исправленное. – М: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1975. –768с.
2. Зайцев Г.Ф. Теория автоматического управления и регулирования. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – К.: Высшая школа. Головное издательство, 1989. –421с.
3. Попов Е.П. Теория линейных систем автоматического регулирования и управления: Учебное пособие для вузов. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1989. –304с.
4. Скороспешкин М.В., Скороспешкин В.Н. Псевдолинейное корректирующее устройство с фазовым опережением // Патент на полезную модель №104332 (RU 104332 U1) По заявке №2010149922/08 от 03.12.2010. Опубликовано: 10.05.2011 RU БИМП №13.

ПСЕВДОЛИНЕЙНЫЙ НЕЧЕТКИЙ РЕГУЛЯТОР

Булавко Е.С.

Научный руководитель: Скороспешкин В.Н., к.т.н., доцент
Томский политехнический университет, Институт кибернетики
elena-bulavko@rambler.ru

Введение

В теории автоматического управления для поддержания регулируемого параметра на заданном уровне в большинстве случаев используют ПИД-регуляторы. Для оптимальной подстройки таких регуляторов необходимо знать параметры объекта управления, что вынуждает использовать сложные системы автоматического регулирования с идентификацией объекта управления или адаптивные САР.

Использование нечеткой логики в системах управления позволяет уменьшить объем информации, который используется в процессе управления объектами с нестационарными параметрами и, следовательно, позволяет разработать новые алгоритмы управления, более адаптированные к промышленной среде [1].

Псевдолинейный нечеткий регулятор

Одним из способов улучшения качества регулирования является использование псевдолинейных корректирующих устройств (ПКУ). Псевдолинейными называют устройства, амплитудно-фазовые характеристики которых не зависят от амплитуды входного сигнала [2].

Наиболее распространёнными среди таких корректирующих устройств (КУ) являются: КУ с амплитудным подавлением, с фазовым опережением и с отдельными каналами для амплитуды и фазы [2].

В данной работе приведено исследование свойств системы автоматического регулирования с нечетким регулятором, который включает в себя нечеткое псевдолинейное корректирующее устройство с амплитудным подавлением и ПИД-регулятор.

В нечетком регуляторе на основе сформулированных правил типа ЕСЛИ-ТО осуществляется формирование логического решения – получение нечеткого множества в форме результирующей функции принадлежности. Перевод текущих значений входных переменных нечеткого регулятора в лингвистические величины называют процедурой фаззификации. Определение по функции принадлежности количественного значения выходной лингвистической переменной – управляющего воздействия на объект управления – называют дефаззификацией [3].

Структурная схема ПКУ с амплитудным подавлением приведена на рисунке 1, а структурная схема системы с нечетким регулятором приведена на рисунке 2.

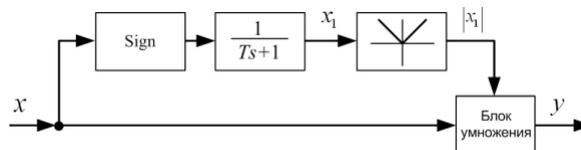


Рис.1 Структурная схема ПКУ с амплитудным подавлением

Устройство состоит из последовательно соединенных блоков низкочастотного фильтра, модуля, взятие функции $sign x$ и арифметического блока умножения.

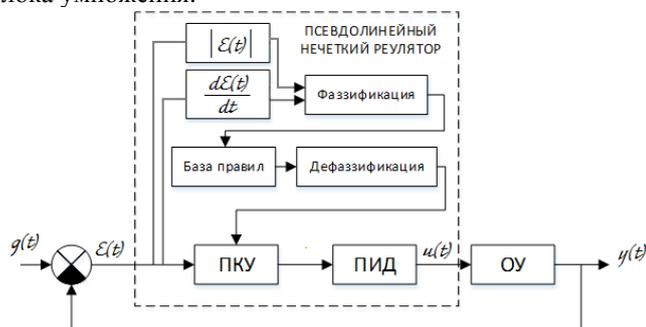


Рис.2 Структурная схема системы с псевдолинейным нечетким регулятором

Псевдолинейный нечеткий регулятор включает в свой состав нечеткое ПКУ, последовательно соединенное с классическим ПИД-регулятором. Подстройка параметров корректирующего устройства осуществляется по модулю ошибки и скорости изменения ошибки.

В блоке фаззификации используются функции принадлежности следующих входных переменных: модуль ошибки регулирования «E» и скорости изменения ошибки регулирования «V». Терм-множество лингвистической переменной «E»: Z – ошибка нулевая, S – ошибка маленькая, M – ошибка средняя, L – ошибка большая. Терм-множество лингвистической переменной «V»: N – отрицательная, Z – нулевая, P – положительная.

Выходной переменной блока дефаззификации является постоянная времени T. Терм-множество выходной переменной «T»: TS – малая, TM – средняя, TL – большая, TXL – очень большая. Функции принадлежности входных и выходных переменных представлены на рисунке 3.

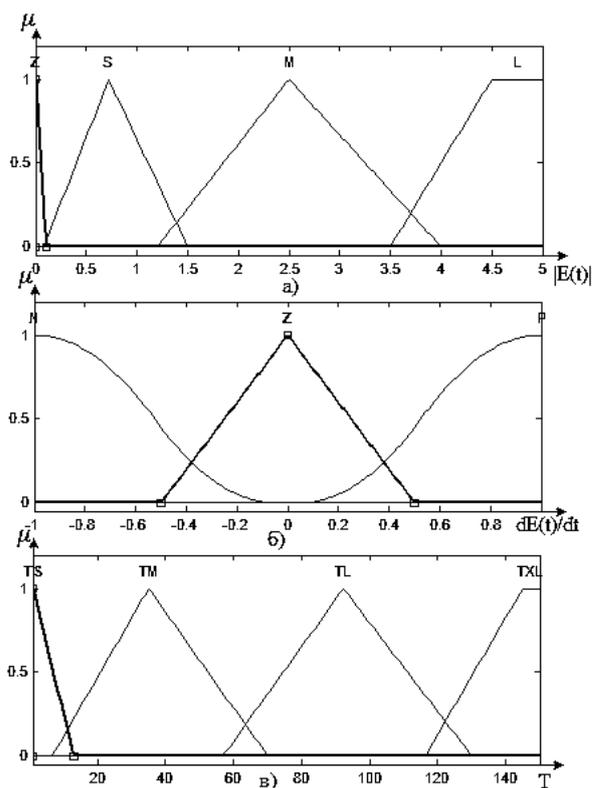


Рис.3 Функции принадлежности входных переменных модуля ошибки регулирования (а), и скорости изменения ошибки регулирования (б), и выходной переменной постоянной времени (в)

Формирование выходной лингвистической переменной осуществляется на основе базы правил по входным лингвистическим переменным. База правил, используемая в данной работе, приведена в таблице 1.

Таблица 1 – База правил

		Скорость изменения «V»		
		N	Z	P
Модуль ошибки	Z	TM	TS	TL
	S	TM	TM	TL
	M	TM	TL	TXL
	L	TXL	TXL	TXL

Проверка работоспособности

Проверка работоспособности псевдолинейного нечеткого регулятора проводилась в пакете Simulink среды MatLab на примере САР с объектом второго порядка. Коэффициенты передаточной функции равны:

$$K = 5, T_1 = 10, T_2 = 7.$$

При моделировании для автоматической подстройки постоянной времени T псевдолинейного корректирующего устройства, используется S-Function, которая работает по написанному специальным образом М-файлу.

В процессе моделирования статический коэффициент передачи объекта управления в момент времени $t_1 = 40$ с увеличивался со значения 5 до значения, равного 15.

На рисунке 4 показано семейство кривых переходного процесса в САР с классическим ПИД-регулятором и псевдолинейным нечетким регулятором. Кривая 1 характеризует поведение САР с классическим ПИД-регулятором, кривая 2 характеризует поведение САР с классическим ПИД-регулятором, дополненным КУ с амплитудным подавлением, кривая 3 характеризует поведение САР с псевдолинейным нечетким регулятором.

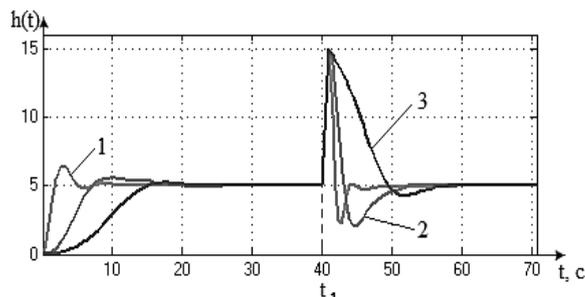


Рис.4 Семейство кривых переходного процесса в САР

Таким образом, из графиков следует, что наилучший результат регулирования достигается при использовании псевдолинейного нечеткого регулятора.

Заключение

Исследования показали, что входящее в состав псевдолинейного нечеткого регулятора псевдолинейное корректирующее устройство позволяет обеспечить хорошее качество регулирования при изменении параметров объекта управления, что достигается путем определения его параметров на основе аппарата нечеткой логики.

Недостатком использования такого корректирующего устройства является уменьшение быстродействия в системе, но при этом уменьшается колебательность в системе и переходный процесс стремится к аperiодическому.

Список использованных источников:

1. Куленко М.С, Исследование применения нечетких регуляторов в системах управления технологическими процессами // Вестник ИГЭУ. – 2010. - №2.
2. Топчеев Ю.И., Нелинейные системы автоматического управления. – М.:Машиностроение, 1971. – 470с.
3. Гостев В.И., Нечеткие регуляторы в системах автоматического управления. –К.: Радиомотор, 2008. – 972с

AUTOMATIC SYSTEM “SMART GREENHOUSE”

Kabanov A.A., Nikonova G.V.

Omsk State Technical University
stiff5master@gmail.com

Abstract

The article considers an intelligent automatic system for greenhouses using 1-Wire technology and minicomputer Raspberry PI.

Introduction

Recently, more attention is paid to health, a lot of sports clubs, gyms, telecasts of natural and healthy food appear. Natural products are the products without various chemical additives. Buying products in the shop, we cannot say that they are "ecological clear." Therefore, many people decide to cultivate such products in greenhouses.

Cultivation of agricultural products in greenhouses is a daunting technological problem. The quality of the crop is influenced by many factors. Temperature and humidity are among the leading factors of plant organism's vitality determining photosynthetic processes and, therefore, their growth and development.

To simplify the work associated with the control, management and monitoring of a greenhouse an automatic system of agricultural greenhouses is offered.

Methods

The technology 1-Wire was chosen for the project realization. The reason is available, ease of implementation, management easy and low cost. The master for USB-port: DS9490R was used as a master of the network. Nowadays most of the diagnostic devices, removal and storing data are made with a USB interface, therefore the reason for choosing the USB master is evident [6]. Due to the presence of any device equipped with a network version of the 1-Wire-interface, a unique individual address, this network has a practically unlimited address space [7]. One of the most important qualities of a 1-Wire technology is the ease of configuration, debugging and service networks of any configuration, constructed according to this standard [4]. Minicomputer Raspberry PI was used as a management and data storage server. It is directly connected with the master of 1-Wire network with connected devices are included in automatic greenhouse system.

Raspberry PI is a cheap computer, of a credit card size, created by David Breben. Raspberry PI is launched at the beginning of 2012. Raspberry PI runs by different operating systems (OS): Debian, Fedora, Gentoo, Arch Linux, RISC OS, AROS and FreeBSD. Standard delivery Raspberry PI is made with the operating system Raspbian, which is a special Debian Linux assembly adapted for Raspberry PI. All this software is free and few demanding to resources. Additionally, it supports playback of videos in Full HD. However, if you do not require active work with video, you can make a rebalance of available memory allocating to the video playback functions 8-16 MB of RAM, and the rest set aside for applied problems [3].

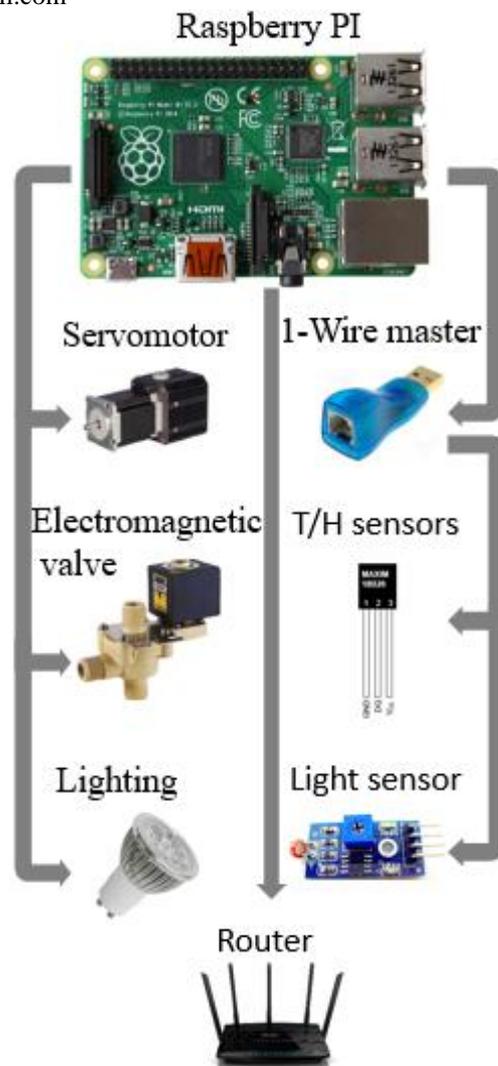


Fig.1 Automatic system “smart greenhouse”

Algorithm

Automatic greenhouse system is a set of sensors for different purposes and actuators. Temperature and humidity sensors are inside and outside the greenhouse. The temperature sensor is connected directly to the master of network, which will interrogate him. Data from sensors are processed by minicomputer. If the temperature and humidity exceeds the permitted limit, the signal is sent to the actuators, which in turn open windows to ventilate the greenhouse. If the temperature falls below acceptable limit, then the heating system turn on [1]. It is installed a light sensor connected with the master of network. Special lamps for plants turn on if it is inadequate lighting. A timer programmed for a particular type of plant carries out watering, the signal is sent to the electromagnetic valves, which open the flow of water. Watering is carried out of the tank inside the greenhouse (to raise the water temperature), the filling of the tank is from the water supply system or from the well

with the pump. The tank filling is controlled by means of two float sensors located in the upper and lower part and minicomputer processing the information. Security alarm work is directly interrogated the sensors witch open the main door to prevent illegal access to the greenhouse. In the future, you can connect video observation for monitoring in the operation of automatic greenhouse online. The system illustrated in figure 1.

Also, the system includes a remote monitoring "smart greenhouse" for this purpose the router is installed. Monitoring is carried out by the web page, all of the data are transmitted from the minicomputer are displayed on the website. Having access to the web site, we can anywhere and using any device (smartphone, tablet, laptop) monitor and manage the automatic greenhouse progress. The website is a web-based interface of the system [5].The algorithm illustrated in figure 2.

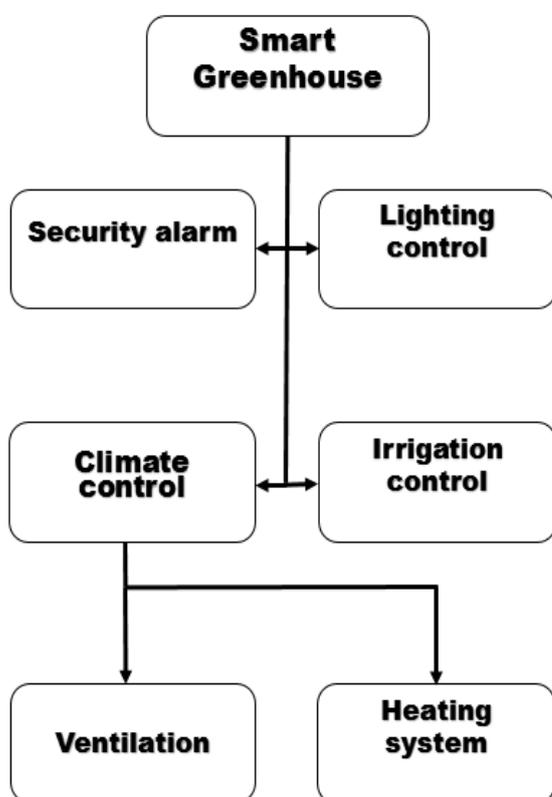


Fig.2. Flowchart of automatic system "smart greenhouse"

Conclusion

The main automatization object of is effective maintenance of all equipment located in the greenhouse, responsible for the control and quality of plants. Management is carried out by means of a system that is activated when a preset program conditions [2]. Automatic greenhouse installation is economically profitable, since many people are not able be present in the greenhouse constantly, located away from home, thus saving time going to work in greenhouse, on the way to their location, as well as the financial costs of the road.

References

1. M. Richardson, S. Wallace, Getting started with Raspberry PI.-2015.
2. <http://ab-log.ru/smart-house>
3. <https://www.raspberrypi.org/>
4. D. Eisenreich, B. DeMut. Designing Embedded. Internet Devices. -2003.
5. G. Meyer. Smart home hacks. -2005.
6. Карпенко Е.М. Материалы Всероссийской научно-практической конференции ученых, преподавателей, аспирантов, студентов, специалистов промышленности и связи, посвященной Дню радио, Омск,2014. с. 290.
- Алиев Т.И. Сети ЭВМ и телекоммуникации. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2011. – 400с.

РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО ПУТЕВОДИТЕЛЯ ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ПО ГОРОДАМ И РЕГИОНАМ РОССИИ

Якимчук А.В., Петроченко В.Ю.
Научный руководитель: В.В. Бурлуцкий
Югорский государственный университет
viking0607@mail.ru

Введение

В настоящее время государство Российской Федерации уделяет особое внимание развитию сферы внутреннего и въездного туризма. Согласно данным, предоставленным Федеральным агентством по туризму, за текущие пять лет доля туризма увеличилась более чем на 50% [1]. Данные по внутреннему и въездному турпотoku в России за период 2010-2015 годов представлены на рисунке 1.

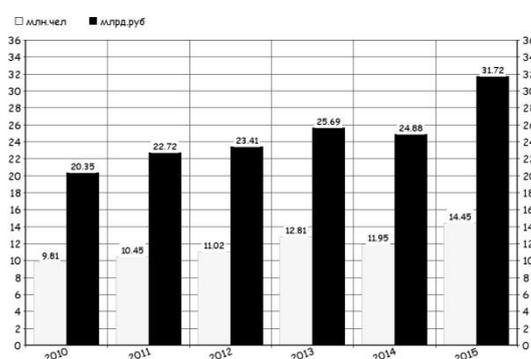


Рис.1 – Внутренний и въездной туризм в России в период 2010-2015 года

Согласно распоряжению Правительства Российской Федерации от 2014 года утверждается стратегия развития туризма на период до 2020 года, в которой указано, что информационные технологии играют одну из ключевых ролей в развитии туризма [2].

В результате проведенного анализа в сфере туризма была выявлена следующая проблема:

- Туристы, приезжающие в незнакомый город, или даже сами местные жители часто сталкиваются с проблемой осведомленности. Так, всегда хочется узнать интересную и полезную информацию о незнакомом или родном городе, а также о его достопримечательностях или мероприятиях, организованных и проводимых в нём.

Таким образом, была поставлена задача – разработать систему, которая позволит разрешить данную проблему, и, следовательно, поспособствует развитию внутреннего и въездного турпотoku в Российской Федерации.

Решение проблемы

В ходе работы было принято, что система должна разрабатываться под мобильные устройства, так как они задействованы во всех сферах деятельности, в частности, в сфере туризма.

По данным портала Liveinternet на октябрь 2015 года порядка 56% пользователей предпочитают использовать мобильные устройства, а не

персональный компьютер [3]. Данные представлены на рисунке 2.

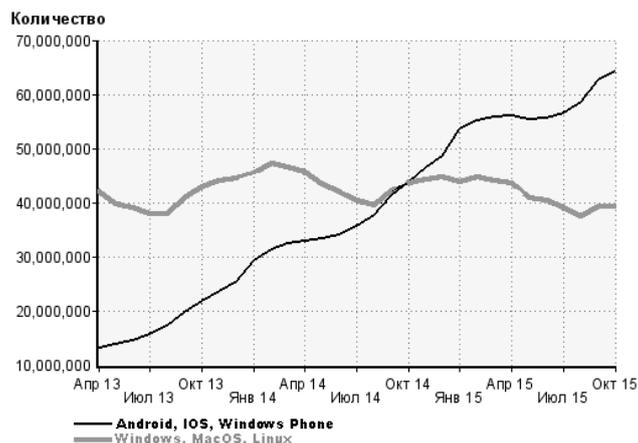


Рис.2 - график «Количество посетителей с разных устройств по месяцам»

Архитектура

Архитектура приложения – двухуровневый клиент-сервер, состоящий из клиентской и серверной частей. Архитектура системы представлена на рисунке 3.

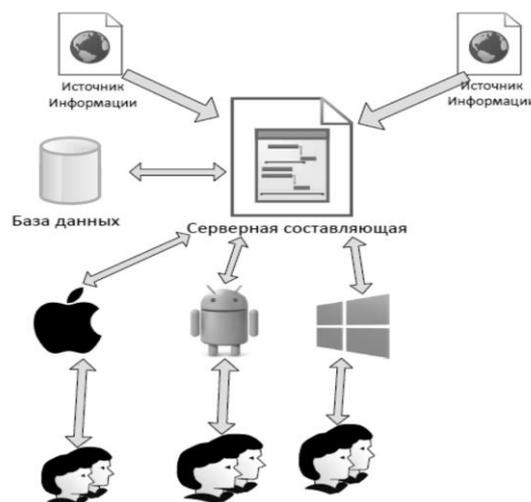


Рис.3 – Архитектура системы

Используемые технологии и особенности системы

Система разрабатывается под наиболее популярные мобильные операционные системы (Android, iOS, Windows Phone), чтобы избежать ситуации, когда у пользователя не будет возможности использовать приложение из-за отсутствия поддерживаемой ОС.

Особенностью системы является уникальный агрегатор для сбора данных и синтаксический

анализатор, с помощью которых возможен сбор необходимой информации по интересующей достопримечательности или событию. Источниками для сбора данных являются веб-сайты региона или города, на которые загружается необходимая актуальная информация.

Информация после её сбора и анализа будет храниться в системе управления базами данных Oracle. Данная база данных выбрана в качестве основной по ряду решающих факторов [4]:

- Высокая производительность
- Быстродействие
- Защищенность данных
- Самоуправление (механизмы позволяют самостоятельно перераспределять нагрузку на систему, а также оптимизировать и корректировать SQL-запросы)

Серверная сторона позволяет реализовать внутреннюю работу всей системы и предоставить данные пользователю в клиентской части (в мобильном приложении) через интерфейс. Для решения данной задачи используется скриптовый язык программирования PHP, обладающий рядом преимуществ:

- Обеспечение высокой производительности, скорости и надежности;
- Поддержка наиболее популярных баз данных;
- Кроссбраузерность, кроссплатформенность;

Клиентская сторона реализована на «нативных» языках программирования, для Android таковыми являются Java и IDE Android Studio, для iOS – Objective-C, для Windows Phone – C#. Разработка на родных языках даёт ряд преимуществ перед использованием фреймворков, например:

- Возможность использования всех функций телефона (геолокация, камера)
- Не требуется подключение к интернету, если необходимый контент скачан на телефон
- Точное соответствие всем возможностям конкретного устройства
- Простота распространения

Главной особенностью разрабатываемой системы является возможность привязки событий или достопримечательностей к карте. В качестве схематической карты города или региона используются Яндекс.Карты, а именно их прикладное API, так как его использование разрешается при указании соответствующих авторских прав.

Дизайн приложения сделан в едином стиле Material Design согласно всем требованиям Google [5]. Для показа разницы в страницах экраны сделаны в различных цветовых гаммах, например, в заголовке каждого раздела будет своя цветовая гамма. Пример интерфейса представлен на рисунке 4.



Рисунок 4 – Интерфейс приложения

Заключение

Таким образом, разрабатываемое приложение будет полезно иностранным туристам, желающим посетить Россию, а также местным жителям, так как оно будет доступно на двух языках (русский и английский языки).

Цифровой путеводитель позволит за малый промежуток времени составить самый короткий маршрут между событиями или достопримечательностями, которые выберет турист.

Список литературы:

1. Официальный сайт федерального агентства по туризму [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://russiaturism.ru/contents/turism_v_rossii/
2. Сайт правительства РФ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://government.ru/media/files/41d4e55c9b1d8bca7b6a.pdf>
3. Интернет-портал [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://liveinternet.ru/>
4. Oracle Database [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://oracle.com/ru/database/>
5. Google Material Design [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://google.com/design/spec/material-design/introduction.html>

СОЗДАНИЕ И РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА.

Балабенко С.В.

Научный руководитель: Александрова Т.В.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
svb25@tpu.ru

Введение

В данный момент почти каждое предприятие является на половину автоматизированным. Одну из самых сложных и опасных работ совершают роботы и манипуляторы. Данные роботы стоят очень больших денег, и имеют сложную конструкцию.

Исходя из задания фестиваля «Робомех», который прошёл в Хабаровске (2014 год) был разработан манипулятор, имеющий малую стоимость, простоту конструкции и лёгкость в управлении.

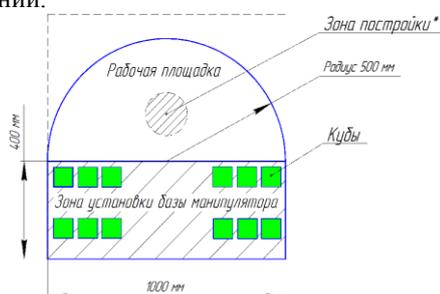


Рисунок 1 - Схема игрового поля.

Манипулятор должен был находиться в зоне установки базы манипулятора. Основной задачей является, поиск кубиков в рабочей площади игрового поля.

Выбор материала и конструкции манипулятора

Проанализировав основные конструкции не промышленных манипуляторов, было принято решение создать манипулятор из пластмассы. Робот имеет 4 кинематические пары так, как манипулятор с данной количеством пар имеет оптимальное число степени подвижности. Кисть состоит из 3 пальцев, данная конструкция рабочего органа очень удобна при захвате объектов.

Расчёт рабочей области

Исходя из задания, база манипулятора должна находиться в зоне установки базы манипулятора (рисунок №1). Он должен производить поиска жестяных банок в рабочей площади (рисунок №1). Зная изначальные габариты поля, построим рабочую зону, которая будет, удовлетворять данному заданию.

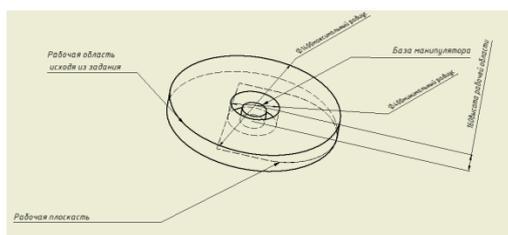


Рисунок 2 - Рабочая зона манипулятора исходя из задания.

Если манипулятор будет находиться в центре зоны установки базы, то максимальный радиус его

рабочей зоны должен составлять 700 миллиметров, а минимальный 200 миллиметров. Высоту рабочей зоны мы брали, рассчитывая, что объектами, которые он должен находить на рабочей зоне являются жестяные банки и половина длинны пальца кисти манипулятора.

После проведённых нами расчётов определим длину каждой кинематической пары и длину вала, который производит вращение всего манипулятора вокруг оси Z.

Таблица 1. Габариты и вес робота.

L1 см	L2 см	L3 см	Lвала см	L1 кг	L2 кг	L3 кг
18	16	26	12	0,08	0,03	0,09

Сконструировав модель, определяем вес каждой кинематической пары и фактическую рабочую зону манипулятора.

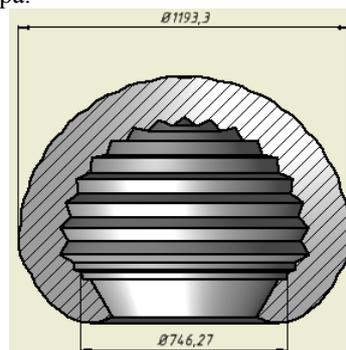


Рисунок 3 - Рабочая зона манипулятора.

Как видно из рисунка №2 максимальный радиус рабочей зоны манипулятора составляет 596 мм, а минимальный 373 мм. [1].

Прямая задача кинематики

Для определения зависимости углов поворота каждого звена от координат нужно составить и решить прямую задачу кинематики.

Для решения прямой задачи кинематики нужно составить таблицу кинематических пар.

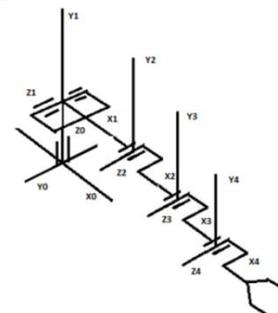


Рисунок 4 - Схема манипулятора с расставленными осями.

Таблица 2.1 Кинематические пары

Кинематические пары	Тип пары	№ звена
01	Вращ.	1
12	Вращ.	2
23	Вращ.	3
34	Вращ.	4

Таблица 2.2 Кинематические пары

q	α	S(z)	b(x)
$\pi/2+q_1$	$\pi/2$	d	0
q2	0	0	a1
q3	0	0	a2
q4	0	0	a3

Далее составим матрицу Денавита-Хартенберга.

$$A_i = \begin{pmatrix} \cos(q_i) & -\sin(q_i) \cdot \cos(a_i) & \sin(q_i) \cdot \sin(a_i) & b \cdot \cos(q_i) \\ \sin(q_i) & \cos(q_i) \cdot \cos(a_i) & -\cos(q_i) \cdot \sin(a_i) & b \cdot \sin(q_i) \\ 0 & \sin(a_i) & \cos(a_i) & d \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Для нахождения зависимости нужно перемножить все матрицы Денавита-Хартенберга полученные для каждого звена.

Последний столбец данной матрицы является зависимостью координаты кисти манипулятора от углов.

$$Z = 18 \cdot \sin(q_2 + q_3 + q_4) + 16 \cdot \sin(q_2 + q_3) + 26 \cdot \sin(q_2) + 12$$

$$Y = \cos(q_1) \cdot (18 \cdot \cos(q_2 + q_3 + q_4) + 16 \cdot \cos(q_2 + q_3) + 26 \cdot \cos(q_2))$$

$$X = -\sin(q_1) \cdot (18 \cdot \cos(q_2 + q_3 + q_4) + 16 \cdot \cos(q_2 + q_3) + 26 \cdot \cos(q_2))$$

Данная система является решением прямой задачи кинематики [2].

Расчёт механики.

Измерив, вес двигателей и звеньев произведём расчёт моментов сил, действующих на каждый двигатель. По расчётам определим мощность каждого двигателя [3].

Для начала изобразим графически моменты всех сил, действующие на каждый двигатель (Рис. 3).

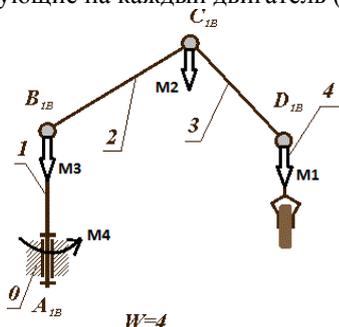


Рис. 5. Кинематическая схема манипулятора. Далее составим формулы для расчёта момента.

На двигатель M1 (Рисунок №3) действует сила тяжести груза и сила тяжести первой кинематической пары(0, D).

$$M_1 = F_r \cdot L + P_1 \cdot \frac{L}{2}$$

$$M_1 = 0,014 \cdot 9,8 \cdot 0,18 + 0,08 \cdot 9,8 \cdot \frac{0,18}{2}$$

$$M_1 = 0,031 \text{ Н/м}$$

Аналогичным способом определим моменты на каждом двигателе.

Момент на двигателе M2.

$$M_2 = M_1 + F_d \cdot L_1 + P_2 \cdot \frac{L_1}{2}$$

$$M_2 = 0,031 + 0,062 \cdot 9,8 \cdot 0,16 + 0,034 \cdot 9,8 \cdot \frac{0,16}{2}$$

$$M_2 = 0,15 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

Момент на двигателе M3

$$M_3 = M_1 + M_2 + F_d \cdot L_2 + P_3 \cdot \frac{L_2}{2}$$

$$M_3 = 0,031 + 0,15 + 0,062 \cdot 9,8 \cdot 0,26 + 0,092 \cdot 9,8 \cdot \frac{0,26}{2}$$

$$M_3 = 0,45 \text{ Н/м}$$

$$M_4 = F_d \cdot L_{\text{вала}} + P_{\text{вала}} \cdot \frac{L_{\text{вала}}}{2}$$

Момент на двигателе M4

$$M_4 = 0,15 \cdot 9,8 \cdot 0,12 + 0,12 \cdot 9,8 \cdot \frac{0,12}{2}$$

$$M_4 = 0,24 \text{ Н/м}$$

Заключение

В ходе проделанной работы была собрана теоретическая модель манипулятора. По данной модели можно собрать рабочую установку манипулятора, которую можно использовать как обучающий макет. Используя данный макет можно выработать навык работы с промышленными манипуляторами. Данная модель имеет очень малую стоимость, поэтому манипулятор может приобрести любое учебное заведение.

Список литературы

1. Робототехника [Интернет-портал] URL: <http://roboticslib.ru/books/item/f00/s00/z0000016/st021.shtml> (Дата обращения 05.06.15).
2. Мамонова, Т.Е. Основы мехатроники и робототехники [Интернет-портал] URL: <http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/s/STEPTE> (Дата обращения 05.06.15)
3. Артоболевский, И.И. Теория механизмов и машин [Текст] / Артоболевский, И.И. – Москва: ИД Альянс, 2011-640с.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОСВЕЩЕНИЯ ВЫДВИЖНОЙ КЛАВИАТУРЫ

Изотов Д. А., Скрипников О. В.

Научный руководитель: И. А. Тутов

Томский политехнический университет, Институт кибернетики

dmitryizotov@mail.ru

Введение

Достаточный уровень освещения рабочих мест является необходимым условием обеспечения не только высокой эффективности труда человека, но и сохранения его здоровья. В наше время люди все больше времени проводят за работой на компьютере, поэтому вопрос организации комфортного освещения рабочего места является актуальным.

Целью работы являлась разработка устройства, обеспечивающего освещение клавиатуры в столах с выдвижной столешницей, поскольку часто освещение помещения или лампа на столе не дают желаемого результата.

Описание работы устройства

Для решения проблемы было разработано устройство на основе комбинированной и последовательной логики, обеспечивающее включение лампы в случае выполнения следующих условий:

1. Уровень освещения клавиатуры ниже установленного.
2. Столешница находится в выдвинутом состоянии.

Принципиальная электрическая схема устройства представлена на рисунке 1.

Для выявления выдвижения столешницы был использован геркон (S1 на рисунке 1), разомкнутый в нормальном состоянии. Если к

нему поднести магнит, то геркон замкнется, что приведет к выключению освещения. Таким образом, удаление магнита от геркона будет одним из двух необходимых сигналов для включения подсветки. Стоит отметить, что при монтаже устройства к столу необходимо расположить магнит и геркон так, чтобы в заданном состоянии столешницы они находились на близком расстоянии друг к другу и были крепко зафиксированы на своих местах.

В качестве чувствительного элемента для проверки уровня освещенности взят фоторезистор (LDR1 на рисунке 1). При уменьшении освещенности сопротивление фоторезистора увеличивается, что ведет к повышению напряжения на нем. Величина этого напряжения сравнивается на компараторе с напряжением на переменном сопротивлении (R5 на рисунке 1), с помощью которого можно установить порог срабатывания устройства. Установленное сопротивление на реостате должно соответствовать сопротивлению фоторезистора при минимально допустимом уровне освещения. Если напряжение на фоторезисторе превышает напряжение на переменном сопротивлении, то на выход компаратора подается логическая единица. В случае, если клавиатура уже выдвинута, это ведет к подаче питания на подсветку.

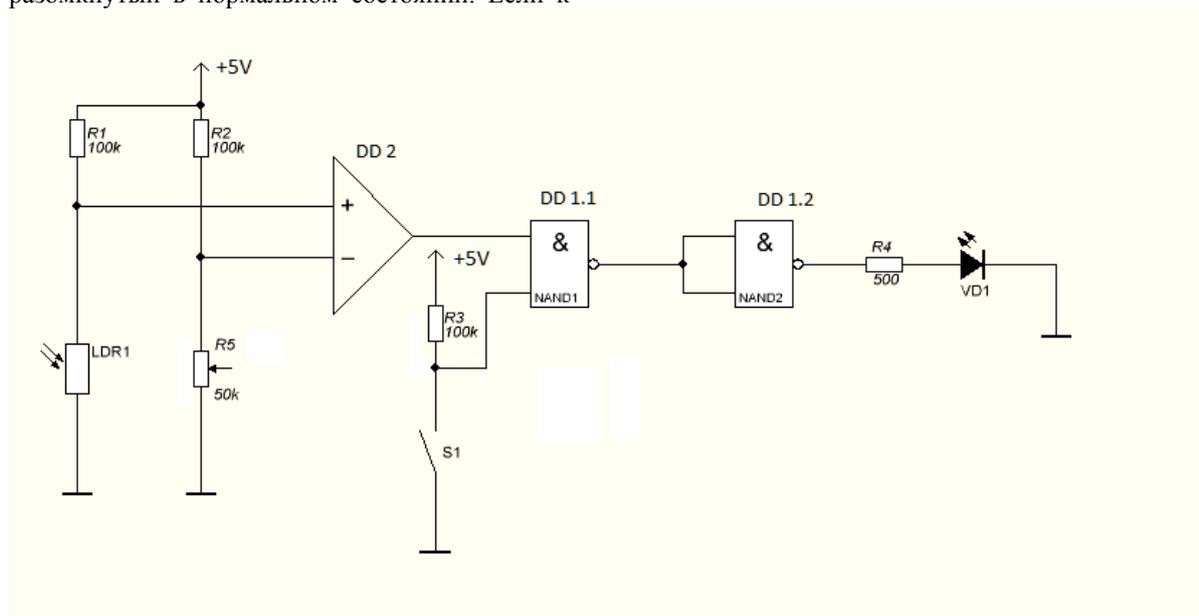


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема устройства

Выбор элементной базы

В работе данного устройства задействованы две микросхемы: LM324N и КР1533ЛА3. Первая включает в себя четыре компаратора, один из которых задействован в сравнении напряжений с фоторезистора и переменного сопротивления.

Строение микросхемы LM324N приведено на рисунке 2.

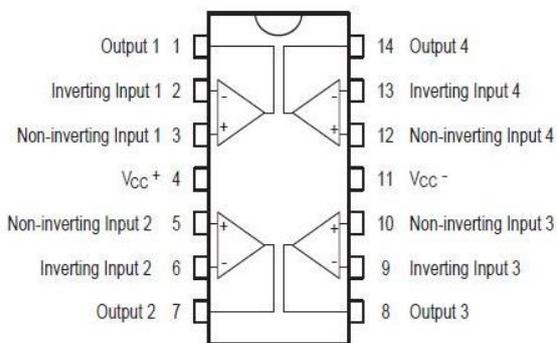


Рис. 2. Микросхема LM324N

В микросхеме КР1533ЛА3 задействованы 2 блока И-НЕ. На входы первого поступают сигналы с компаратора и линии с герконом. Так как используется элемент И-НЕ, то необходимо произвести вторую инверсию. Для этого в данной схеме последовательно подключен второй элемент И-НЕ, на оба входа которого подается выходной сигнал первого элемента И-НЕ.

Микросхема КР1533ЛА3 приведена на рисунке 3.



Рис. 3. Микросхема КР1533ЛА3

Описанные микросхемы были выбраны, поскольку они позволяют выполнить поставленные перед устройством задачи и являются удобными в использовании. К тому же, как и все элементы устройства, данные микросхемы обладают низкой ценой и являются общедоступными.

Резисторы R1 и R2 служат для реализации делителей напряжения. Схема делителя напряжения приведена на рисунке 4.

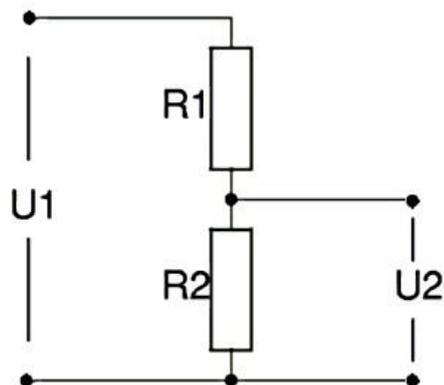


Рис. 4. Делитель напряжения

Так как через оба сопротивления делителя протекает один и тот же ток, то падения напряжений на сопротивлениях прямо пропорциональны величинам этих сопротивлений. Таким образом, благодаря использованию сопротивлений R1 и R2 (рисунок 1), обладающих одинаковыми номинальными сопротивлениями, мы можем различать напряжения на фоторезисторе и переменном сопротивлении, причем большее напряжение будет падать на резистор, обладающий большим сопротивлением.

Для работы устройства необходимо напряжение 5 В. Так в рабочей модели в качестве источника питания использовались три пальчиковые батарейки с номинальным напряжением 1.5 В каждая.

Заключение

После создания рабочей модели было проведено тестирование, которое показало, что устройство работает исправно и удовлетворяет заданным требованиям. Таким образом, реализованное устройство включает подсветку над клавиатурой при выдвигании столешницы в случае, если имеется недостаток освещения, и предоставляет пользователю возможность ручной настройки порога срабатывания.

В дальнейшем будут проводиться эксперименты, нацеленные на выявление недостатков существующей модели и ее последующие усовершенствования.

Список использованных источников

1. Фомичев Ю.М., Сергеев В.М. Электроника. Элементная база, аналоговые и цифровые функциональные устройства. – Томск, ТПУ, 2011. – 275 с.
2. National Semiconductor LM324N Datasheet. [Электронный ресурс]. – URL: <http://futurlec.com/Linear/LM324N.shtml> (Дата обращения 15.10.2015).
3. Справочник по микросхемам 1533, 1554 серии. [Электронный ресурс]. – URL: <http://datasheet-pdf.ru/publ/11-1-0-6> (Дата обращения 16.10.2015).

УСТАНОВКА СЛУЖБЫ PUSH-УВЕДОМЛЕНИЙ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ КОРПОРАТИВНОЙ МОБИЛЬНОСТЬЮ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ GOOGLE CLOUD MESSAGING

Буй Нгок Зьонг, Нгуен Ле Тхань Тунг, Кравец А.Г.

Волгоградский государственный технический университет
ramsetii@gmail.com

Введение

Служба Push-уведомлений (англ. Push Notifications Service) [1] используется в качестве важного компонента системы управления корпоративной мобильностью (УКМ) [2]. Эта служба позволяет распространить информации с сервер в мобильные устройства. Для мобильного устройства под управлением ОС Google Android, Google Cloud Messaging (GCM) [3] - обеспечивающий сервис возможности Push-уведомления. Для работы с ними нужно также использовать еще и внешний сервер — для отправки на эти сервисы удаленных запросов.

Поэтому целью этой статьи является установка службы Push-уведомлений с использованием Google Cloud Messaging для доставки мгновенных сообщений на устройствах под управлением ОС Google Android.

Описание способа разработки

Система облачных сообщений GCM - это бесплатный сервис для отправки данных с серверов в приложения на Android-устройствах. Сообщение может быть отправлено на конкретное устройство или же на множество устройств используя User Notifications. Сообщения представляют собой легковесные данные объемом 4 kB, отправляемые сервером при наступлении определенного типа событий. Связь с сервером GCM со стороны отправителя может быть организована по протоколу HTTP или по двум протоколам HTTP и JSON. Во втором случае JSON-сообщение помещается в тело HTTP сообщения. Другой способ связи с сервером GCM - это через Cloud Connection Server (CCS) по протоколу XMPP. В этом случае помимо отправки сообщения от отправителя к получателю возможна обратная отправка сообщения от получателя к отправителю. Содержание сообщения может быть произвольным. Отправителем в данной модели как правило является back-end сервер. Получателем – мобильное устройство.

Можно выделить следующие основные особенности GCM-службы:

- 1) Возможность использования стороннего сервера приложений для отправки данных.
- 2) Приложения на мобильном устройстве в момент получения сообщения может быть неактивным. В случае соответствующей настройки приложения система запустит данное приложение для получения сообщения в фоновом режиме.
- 3) Установленная операционная система Android версии 2.2 или выше.
- 4) Наличие Google-аккаунта для устройств с операционной системой версии ниже Android 4.0.4.

Таким образом, для использования мобильного приложения на стороне клиента не требуются высокие требования, что, безусловно, позволяет популяризировать технологию.

Для организации полноценной работы система должна включать в себя следующий минимальный набор компонент:

- 1) Мобильное устройство.
- 2) Сторонний сервер приложений для отправки данных через службу GCM.
- 3) GCM-служба доставки сообщений до приложения клиента.

Для работы со службой GCM используются следующие параметры доступа [3].

- 1) Идентификатор отправителя (Sender ID) - номер проекта, регистрируемого разработчиком в сервисах Google. Используется в момент регистрации Android-приложения для идентификации устройства при отправке сообщения.
- 2) Идентификатор приложения (Application ID) - наименование приложения, которому адресовано сообщение.
- 3) Регистрационный идентификатор (Registration ID) - номер, формируемый GCM сервером для Android-приложения, которое позволяет получать сообщения. Данный идентификатор используется сторонним сервером приложений для рассылки данных.
- 4) Аккаунт пользователя в системе Google (Google User Account).
- 5) Маркер авторизованного отправителя (Sender Auth Token) Google – ключ, используемый сервером приложений для доступа к службам Google.

Общая схема архитектуры службы Push-уведомлений предлагаемого решения приведена на рисунке 1 ниже [4] и включает в себя:

- сервер Веб-приложения с расширенной функциональностью;
- база данных для хранения и обработки информации;
- мобильный агент – клиентское мобильное приложение для Android-устройства.

Цифрами на рисунке обозначены:

- 1) Android-устройство отправляет идентификаторы отправителя (Sender ID) и приложения (Application ID) на сервер УКМ для регистрации;
- 2) В случае успешной регистрации, GCM сервер сообщает мобильному агенту регистрационный идентификатор (Registration ID);
- 3) Для завершения регистрации мобильный агент отправляет регистрационный идентификатор серверу приложений;

4) Вся информация (Registration ID) по совершенным транзакциям хранена в реляционной базе данных;

5) Сервер УМК отправляет сообщение GCM-серверу, который ставит в очередь и сохраняет сообщение, если устройство выключено или недоступно;

6) Когда устройство доступно, служба GCM перенаправляет сообщение к мобильному агенту и специальная служба операционной системы Android (Notification Service) ретранслирует сообщение целевому приложению.

2. Enterprise mobility management [Электронный ресурс] / – Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Enterprise_mobility_management/ (Дата обращения: 28.09.15).

3. Android Developers: Google Cloud Messaging for Android. [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <http://developer.android.com/google/gcm/index.html> (Дата обращения: 28.09.15).

4. Google Cloud Messaging – пишем backend на PHP [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/161305/> (Дата обращения: 28.09.15).

5. GCM HTTP Connection Server [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <https://developer.android.com/google/gcm/http.html> (Дата обращения: 28.09.15).

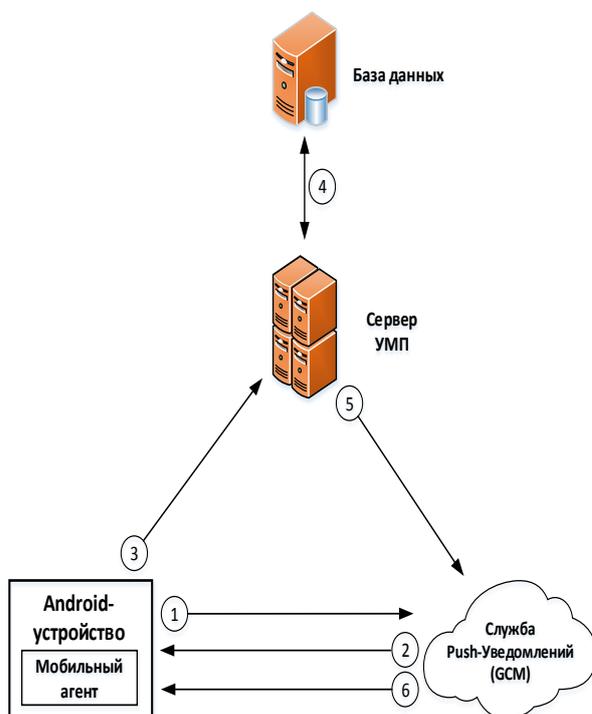


Рис. 1. Общая схема архитектуры службы Push-уведомлений GCM

Заключение

В данной работе использованы службы сообщения Google Cloud Messaging для доставки мгновенных сообщений на устройствах под управлением ОС Google Android. Служба уведомлений является важным компонентом системы УМК, гарантирующей качество связи между устройством и сервером УМК. Тем не менее, Android-устройство получает доступ к серверу Google Cloud Messaging на портах 5228, 5229, 5230 [5], и так должно открыть эти порты в брандмауэре корпорации, чтобы подключить к серверу Google Cloud Messaging.

Список использованных источников

1. Павлов В., Намиот Д. Анализ и разработка системы Push-уведомлений с использованием технологий Google //International Journal of Open Information Technologies. – 2013. – Т. 1. – №. 3. – С. 20-24.

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СТЕНД ДЛЯ АНАЛИЗА АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМИ РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ СИСТЕМАМИ

Юров А.В., Серяков П.С.

Научный руководитель: Леонов С.В.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики

avy27@tpu.ru

Введение

Автоматизация предприятий, работающих в области ядерной энергетики страны, всегда была актуальным направлением для проведения исследований и подготовки новых кадров. Международные исследования в области поиска высокоэффективных энергоресурсов дают нам недвусмысленное представление о том, что мировое сообщество несмотря на все опасения в ближайшие несколько десятков лет не сможет полностью отказаться от использования энергии получаемой посредством деления атомов, а это значит, что ядерная энергетика с течением времени будет только развиваться. Уже сейчас современные тенденции развития атомных технологий и отрасли в целом, дают понять, что успешного решения задач, связанных с контролем, регулированием и повышением уровня безопасности протекания определенных реакций, невозможно добиться без внедрения и реализации в отрасли сложных распределенных систем автоматического контроля и управления. Развитие данной тематики поможет создавать и отрабатывать новые научные методы организации и построения АСУ ТП, а также обучать студентов посредством получения личного опыта работы со сложными системами управления технологическим процессом.

Цель. Создание на базе контроллеров Siemens исследовательского стенда для реализации алгоритмов управления сложными распределенными системами контроля и регулирования различных технологических процессов.

Постановка задачи

Одной из поставленных задач при создании учебного стенда являлась задача исследования алгоритмов управления и надежности работы интерфейсов, протоколов связи. В ходе решения данной задачи была написана программа, позволяющая использовать одну панель оператора для управления стендом и параметрами виртуальных исполнительных механизмов (объектами управления), а второй для отображения мнемосхемы технологического процесса и исследования автоматизированной системы, написаны простейшие алгоритмы для проверки и калибровки всей системы в целом, произведено согласование всех элементов схемы.

Описание стенда

Все исследования проводятся на учебном стенде, состоящем из персонального компьютера с заранее установленным программным обеспечением необходимым для программирования логических

контроллеров, а также для сохранения численных данных полученных в ходе симулирования для удобства их обработки и последующей систематизации в виде массивов данных, графиков и т.п., четырех программируемых контроллеров Siemens с дополнительными модулями, двух панелей сенсорного ввода HMI Simatic Basic Panel, датчиков и сенсоров. Важной особенностью данного стенда является то, что все исследования, проводимые на нем, имеют если не реальные показатели системы, то по крайней мере показатели максимально приближенные к реальным, что в целом позволяет иметь максимально точное представление о явлениях и процессах, происходящих внутри исследуемых объектов. Структурная схема автоматизации представлена рисунке 1.



Рис. 1. Структурная схема автоматизации

На стадии проектирования исследовательского стенда была разработана принципиально новая схема взаимосвязи логических элементов, позволяющая использовать логический контроллер S7-300 на нижнем уровне иерархии в качестве симулятора сигналов различных технологических процессов, что позволяет осуществлять отработку алгоритмов различных технологических процессов. Т.е. на контроллер S7-300, который эмулирует сигналы задается определенная передаточная функция. На среднем уровне иерархии находятся два контроллера S7-1200, которые обеспечивают оперативное сопровождение и корректировку сигналов по результатам обработки информации, полученной от контроллера S7-300, а также на основе показаний датчиков осуществляют управляющие воздействия на регулируемые параметры заданного технологического процесса и параллельно с этим отправляют информацию о

режиме протекания технологического процесса на контроллер S7-1500. Контроллер S7-1500 находится на верхнем уровне иерархии и осуществляет сбор, обработку и хранение данных, взаимодействие с аппаратурой (контроллерами S7-300 и S7-1200) на нижних уровнях осуществляется посредством сети Ethernet. Контроллер S7-1500 оснащен встроенным Web-сервером, который позволяет создавать и использовать конфигурируемые пользователем Web-страницы, также наличие Web-сервера позволяет осуществлять дистанционный контроль технологического процесса, что дает возможность для создания системы централизованного управления при симуляции сложных технологических процессов с несколькими ветвями автоматизации. Данный контроллер обеспечивает встроенную поддержку технологических функций управления перемещением, трассировки и ПИД регулирования. Одна из HMI панелей сенсорного ввода позволяет в режиме реального времени отслеживать изменение параметров объекта и работу контроллеров. Пример человеко-машинного интерфейса, реализованного при помощи Simatic Basic Panel представлен на рисунке 2.

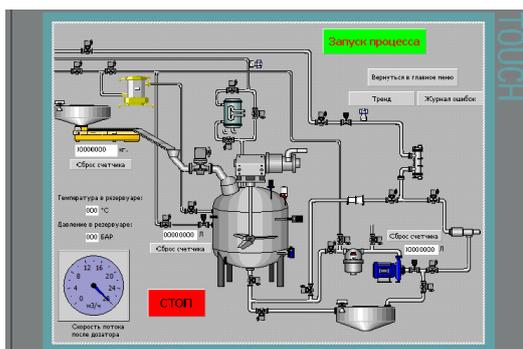


Рис.2. Пример человеко-машинного интерфейса Simatic Basic Panel

Другая же позволяет изменять передаточную функцию и параметры симулируемого объекта. Тем самым становится возможным не только наблюдение в режиме реального времени протекания технологического процесса, а также оперативная корректировка и изменение параметров исследуемого объекта или симулируемого технологического процесса. Благодаря реализованной взаимосвязи удалось получить возможность проведения моделирования, как идеальных, так и материальных моделей различных технологических объектов и процессов, что в дальнейшем позволит осуществлять как учебную, так и проектную деятельность, направленную на разработку, оптимизацию, модернизацию того или иного технологического процесса. Также данный стенд позволяет проводить исследования в области автоматизации, направленные на сбор, обработку и систематизацию данных получаемых в ходе моделирования различных технологических процессов. В дальнейшем это поможет более досконально изучить все риски, связанные с некорректной работой того или иного оборудования,

используемого в различных ветвях технологического процесса в следствии влияний на него различных возмущающих воздействий, что при дальнейшем анализе и корректировке позволит повысить надежность всей цепочки симулируемых технологических процессов в целом.

Заключение

В результате проделанной работы был разработан и сконструирован стенд для проведения исследовательских работ и подготовки студентов по профилю «Автоматизация технологических процессов и производств по отраслям», сочетающий в себе все три уровня АСУ ТП, позволяющий производить построение сложных иерархических систем автоматического управления сложными распределенными системами. Фотография стенда представлена на рисунке 3.



Рис.3. Исследовательский стенд

Данный стенд позволяет осуществлять моделирование типовых технологических процессов химической промышленности, таких как нагрев, охлаждение, перемешивание, контроль и поддержание давления, а также температуры и т.п. Таким образом, была построена база для дальнейших научных исследований, а также проверена ее работоспособность.

РАЗРАБОТКА УДАЛЕННОГО ОБНОВЛЕНИЯ ПРИЛОЖЕНИЯ НА ANDROID-УСТРОЙСТВЕ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМИ ПРИЛОЖЕНИЯМИ

Буй Нгок Зьонг, Нгуен Ле Тхань Тунг, Кравец А.Г.

Волгоградский государственный технический университет
ramsetii@gmail.com

Введение

Система управления мобильными приложениями [1] (УМП) решение обеспечивает следующие возможности: установка, обновление и удаление мобильных приложений через магазин приложений, мониторинг производительности приложений, удаление данных из управляемого приложения. В данной статье рассмотрено удаленное обновление Android-приложений в системе УМП.

Описание способа обновления приложения

Система УМП выполнит обновление приложения на Android-устройство через мобильный агент, установленный на этом устройстве. Если нужно обновить приложение на устройство, сервер УМП управляет этим агентом, что выполнять обновление этого приложения.

Для устройства под управлением ОС Google Android, приложение хранится в APK-файле. После процесс установки завершено этого приложения, APK-файл хранится в /data/app/ и информация о приложении сохраняется Package Manager в трёх файлов, расположенных в /data/system:

- packages.xml - этот файл содержит список разрешений (permissions) и Packages/Applications.

- packages.list - этот файл содержит важную информацию, в том числе имя пакета(packagename), идентификатор пользователя (user id), флаг (flag) и каталог данных (data directory).

- packages-stoped.xml - этот файл содержит список пакетов, которые прекратил состояние приложения. Остановленное состояние приложения не могут получать какую-либо трансляцию.

Обновление приложения необходимо сначала проверить текущую версию приложения. Алгоритм проверки версии Android-приложения представлена на рисунке 1.

В случае необходимости обновления приложения, повторяем процесс установки, приложение будет обновлено. Этот процесс выполнен с помощью компонента установщика приложений PackageInstaller, который позволяет интерактивно установить нормальный пакет. PackageInstaller обеспечить пользовательский интерфейс для управления приложениями/пакетами и называет InstallAppProgress, чтобы получить инструкции от пользователя. InstallAppProgress попросит Package Manager (API для управления процессами установки, обновления и удаления приложения), чтобы установить пакет из магазина [2, 3] с помощью installd (рис. 2).



Рис. 1. Алгоритм проверки версии Android-приложения

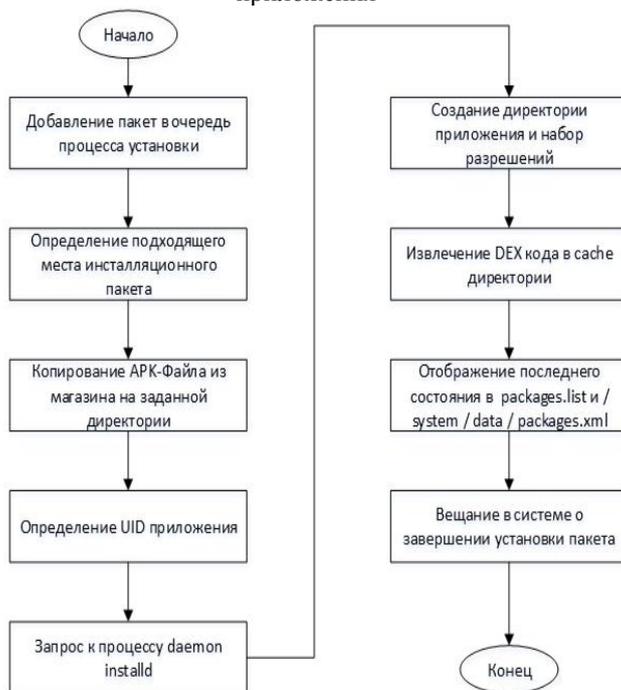


Рис. 2. Процесс установки приложения на Android-устройстве

Заключение

В этой статье рассмотрен способ удаленного обновления приложений на устройство под управлением ОС Google Android в системе управления мобильными приложениями с помощью магазина приложений. Результаты процесса обновления приложений на устройстве является очень важным для системы УМП, обеспечивающие для других процессов управления системой для устройств и приложений (установка, удаление, добавление в белый/черный списки приложений), имеющими доступ к конфиденциальным корпоративным данным.

Список использованных источников

1. Mobile application management [Электронный ресурс] / – Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_application_management (Дата обращения: 28.09.15).
2. Нгуен Ле Тхань Тунг. Беспроводная установка агента на мобильные Android-устройства системы управления приложениями в корпоративной мобильной сети / Ле Тхань Тунг Нгуен, Нгок Зыонг Буй, А.Г. Кравец // Современные технологии и управление: Сборник научных трудов III Международной научно-практической конференции 20–21 ноября 2014 года. – Светлый Яр: филиал ФГБОУ ВО МГУТУ имени К. Г. Разумовского (ПКУ) в р. п. Светлый Яр Волгоградской области, 2014. – С. 60-62.
3. Магазин Google Play [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <https://play.google.com/store?hl=ru> (Дата обращения: 28.09.15).

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ИНДУКТИВНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ К ПРИБОРАМ АКТИВНОГО КОНТРОЛЯ НА ОПЕРАЦИИ ШЛИФОВАНИИ

Симоненко К.В.

Научный руководитель: Леун В.И.
Омский Государственный Технический Университет
citywka@gmail.com

Индуктивные преобразователи заняли доминирующее положение в приборах для размерного контроля, благодаря целому ряду несомненных преимуществ по сравнению с другими типами преобразователей. Их выгодно отличают относительная простота конструкции, достаточно высокая мощность выходного сигнала при малых габаритных размерах и массе, высокая точность и надежность, пониженная чувствительность к изменению условий окружающей среды, сочетание хороших динамических свойств с возможностью передачи сигнала на сравнительно большое расстояние (до 10–15 м) с минимальными искажениями и потерями.

Для удовлетворения эксплуатационных требований, предъявляемых к средствам активного и послеоперационного контроля, индуктивные преобразователи должны обладать температурной стабильностью параметров, устойчивостью к воздействию влаги, вибрации и внешних электромагнитных полей, хорошо встраиваться в измерительную оснастку; их обслуживание и ремонт должны осуществляться без особых затруднений. Конструкция преобразователей должна отличаться технологичностью, а для обеспечения условий взаимозаменяемости иметь небольшой разброс основных параметров.

Дифференциальный Ш-образный преобразователь (рис. 1, б) редко применяется в измерительной оснастке приборов активного контроля главным образом в тех случаях, когда необходимо обеспечить большие хода измерительных рычагов (например, при контроле желобов шарикоподшипников). Преобразователь реагирует не только на ход якоря 1 в направлении измерения, но и на изменение зазора δ между якорем 1 и магнитопроводом 4, приводящее к нежелательному изменению чувствительности. Обеспечение постоянства зазора вынуждает повышать требования к точности направляющих, на которых перемещается якорь.

Наибольшее распространение в приборах активного контроля получили дифференциальные индуктивные преобразователи плунжерного типа (рис. 1, а). Преобразователи выпускают Челябинский инструментальный завод (мод. БВ-6067 и БВ-6240), фирма РОБОКОН, фирма Magross (Италия) и другие. Преобразователи не имеют механического ограничения хода якоря в диапазоне измерения. Нелинейность выходной характеристики этих преобразователей обычно составляет 1–2% рабочего диапазона перемещения (от $\pm 0,5$ до $\pm 1,0$ мм).

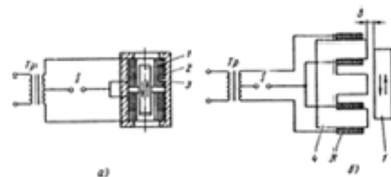


Рис. 1. Принципиальные схемы индуктивных преобразователей с изменяющейся площадью воздушного зазора

Индуктивные преобразователи БВ-6067 и БВ-6240. Принцип действия преобразователей основан на изменении индуктивности обмоток вследствие изменения магнитного сопротивления магнитной цепи, в которой перемещается ферромагнитный якорь.

В преобразователях мод. БВ-6067 и БВ-6240 (рис. 2) применена дифференциальная система чувствительных элементов, образованная двумя обмотками переменной индуктивности 4 и 5 и подвижным якорем 6 плунжерного типа. В качестве упругих направляющих для осевого перемещения якоря служат дисковые пружины 2 и 3, снабженные концентрическими дуговыми прорезями. Измерительное усилие на контактном наконечнике 1 создается пружиной 9.

При симметричном расположении якоря по отношению к элементам магнитопровода 7, 8 и обмоточным секциям катушек геометрическая середина якоря совпадает с электромагнитной нейтралью. Устанавливается балансное состояние системы, характеризуемое минимальным значением выходного сигнала преобразователя, принимаемое за ноль.

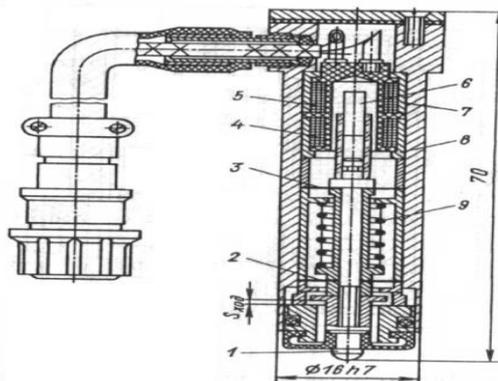


Рисунок 2 - Индуктивный преобразователь БВ-6067 и БВ-6240

Изобретение относится к станкостроению и может быть использовано для автоматического контроля линейных размеров деталей или режущих инструментов (сверла, фрезы, развертки, насадной инструмент и др.) с прерывистыми поверхностями в процессе их обработки на наружных внутришлифовальных станках. Целью изобретения являются расширение технологических возможностей за счет обеспечения контроля линейных размеров деталей с гладкими и прерывистыми поверхностями в процессе их обработки как при прямом, так и при обратном движении измерительного стержня индуктивного преобразователя.

На рисунке 3 представлена конструктивная схема устройства при активном контроле размеров наружных поверхностей.

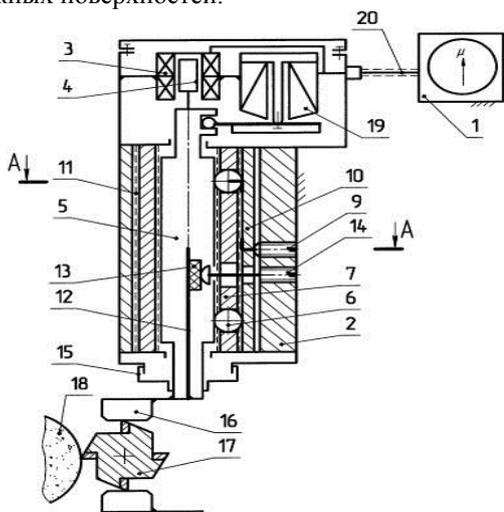


Рисунок 3

Полное измерительное усилие преобразователя к ПАК:

$$F_{пол} = F_{стат} \pm F_{ин} + F_{уд} + F_{тр} + F_2,$$

Где $F_{пол}$ – полное измерительное усилие преобразователя при контроле деталей с прерывистыми поверхностями на операции шлифования;

$F_{стат}$ – статическое измерение усилие преобразователя, задаваемое фрикционным элементом ($F_{стат} = Q * F_{тр}$, где $F_{тр}$ – коэффициент трения, Q – усилие прижима скольжения винта к фрикционному элементу);

$F_{уд}$ – усилие возникающие между выступом вращающей детали и измерительного наконечником преобразователя в момент встречи выступа с наконечником;

$F_{ин}$ – усилие, возникающее в следствии инерции приведенной массы подвижных элементов преобразователя

$$F_{ин} = m_{прив} * a,$$

Где $m_{прив} = m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n$; a- ускорение приведенной массы;

$F_{тр}$ – сила трения в преобразователе (скольжения и качения);

F_2 – сила сопротивления при движении измерительного стержня в момент выхода наконечника на выступ детали;

Для обеспечения работоспособности необходимо чтобы: $F_{стат} > (1.5 \dots 2) * (-F_{ин} + F_{уд} + F_2)$, которая рассчитывается при проектировании преобразователя, и уточняется экспериментально после его изготовления.

Список использованных источников

1. Гульков Г.И., Петренко Ю.П., Раткевич Е.П., Симоненкова О.Л. Системы автоматизированного управления электроприводами: Учеб. пособие — 2-е изд., испр. и доп. — Минск: Новое знание, 2007. - 394 с.

2. О.Ф. Тищенко, Л.Т. Киселев, А.П. Коваленко Элементы приборных устройств (в двух частях): Учеб. пособие для студентов вузов. В 2-х ч. — М.: Высш. школа, 1982. — 304 с.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Верозуб В.Ю.

Научный руководитель: Тутов И. А.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
vvalet@inbox.ru

Введение

В настоящее время, в связи с ежегодным увеличением количества автомобилей, остро стоит проблема пропускной способности дорог в городах. В частности, для Томска эта проблема сейчас как никогда актуальна. На рисунке 1 представлен скриншот из приложения Яндекс.Карты [4], демонстрирующий загруженность дорог в городе Томск в шесть часов вечера.

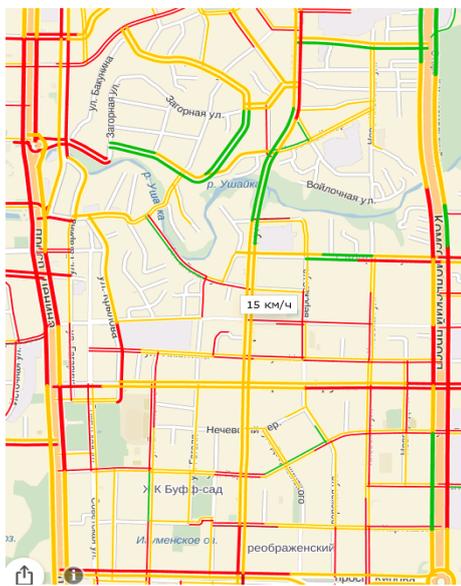


Рисунок 1 – Загруженность Томских автомобильных дорог в вечернее время

Для увеличения пропускной способности автомобильных дорог применяются следующие методы: расширение проезжей части, оптимизация работы светофоров, подземные и надземные пешеходные переходы, подземные и наземные железнодорожные переезды. Первый, третий и четвертый пункты требуют немало финансирования, а также расширять проезжую часть до бесконечности невозможно.

Проблемой оптимизации работы светофоров является то, что загруженность тех или иных дорог непостоянна. Пропускная способность сильно зависит от многих факторов, таких как погодные условия, ремонтные работы, праздники, дорожно-транспортные происшествия и др.

Для решения данной проблемы можно реализовать систему управления светофорами, которая будет регулировать транспортные потоки, исходя из загруженности дорог.

Описание алгоритма

Для решения задачи автоматического управления обратимся к дискретной математике, а именно к взвешенным графам. Моделируя задачу, представим перекрестки вершинами графа, а дороги между ними

– ребрами. Пример представлен на рисунке 2.

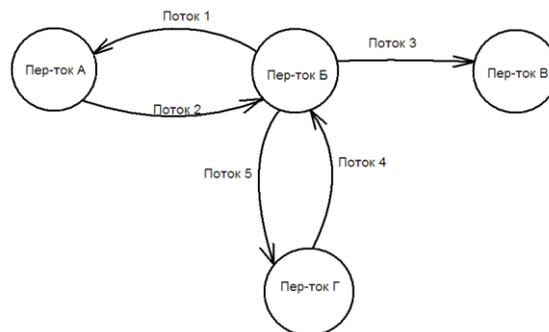


Рисунок 2 – Моделирование задачи с помощью взвешенного графа

Как видно город будет представлять собой граф с огромным количеством ребер и вершин. Граф позволяет наглядно представить задачу, однако для микропроцессора он не приемлем. Для компьютерной реализации необходимо построить матрицу смежностей по заданному графу, которая имеет размерность $N \times N$, где N – количество ребер графа. В ячейки записывается текущая пропускная способность проезжей части (или вес ребер), а микропроцессор, основываясь на этих данных, посылает управляющие сигналы на светофоры, таким образом стремясь увеличить и уравновесить пропускную способность всех автомобильных дорог.

Проблемы практической реализации

Основной проблемой практической реализации является способ получения информации о пропускной способности автомобильных дорог. Тут есть несколько вариантов, и у каждого есть как свои плюсы, так и недостатки.

Рассмотрим подробнее. Первый вариант – на каждом перекрестке, на каждое направление устанавливаются датчики движения, и основываясь на их показаниях, по определенному алгоритму, формируется матрица смежностей. Плюсом данной реализации является, пожалуй, только рентабельность показаний, в то время как минусов намного больше. Во-первых – данный способ очень дорогой, как по цене комплектующих, так и по цене трудо-часов, затраченных на разработку алгоритма и программы. Так же не исключено, что во время работы один из датчиков выйдет из строя, и если обход данной проблемы не прописан в программе, то наша система, скорее всего, будет не увеличивать пропускную способность дорог, а уменьшать её.

Второй вариант – получать данные о пропускной способности дорог со спутника, сортировать их, и записывать в матрицу. Этот метод более рационален,

так как не требует затрат на покупку оборудования в таком большом количестве, как при способе описанным выше, отпадает так же необходимость слежения за работоспособностью каждого датчика. Минимизируются потери и искажения данных, так как в черте города присутствуют высоковольтные линии электропередач (трамвайные и троллейбусные провода и т.п.), способные наводить шум достаточной мощности, чтобы исказить данные с датчиков.

Вторым неоспоримым плюсом данного способа является то, что уже существуют сервисы, которые предоставляют информацию о «пробках», теоретически нам останется эти данные только правильно считать, отсортировать и перевести в удобные нам единицы измерения. Существует небезызвестный отечественный сервис, который предоставляет подобные данные – Яндекс.Карты, на рисунке 3 продемонстрирован его интерфейс.



Рис.3. Яндекс.Карты

Минусом данного способа получения данных является то, что показания являются не моментальными, а немного запаздывают от реального значения. Так же корректность работы системы напрямую зависит от показаний спутника, следовательно, при каком-либо его сбое система перестанет адекватно регулировать движение. Чтобы такие случаи не влияли фатально на всю систему управления, необходимо предусмотреть алгоритм работы по умолчанию, либо научить систему, основываясь на показаниях предыдущих нескольких дней, самой предугадывать состояние пропускной способности.

С целью упростить обслуживание данной системы необходимо реализовать управление ею с помощью персонального компьютера, по какому-либо интерфейсу связи, который обеспечит безопасность и скорость работы. Так как автомобильные дороги и правила движения по ним не остаются неизменными, требуется разработать такое программное обеспечение, которое позволит подстраивать систему в любое время исходя из необходимых условий (например, на небольшом

участке пр. Кирова изменилось направление одностороннего движения). При наличии такого гибкого программного обеспечения систему контроля дорожного движения можно внедрять в любом городе, вне зависимости от количества дорог и перекрестков.

Заключение

Пробки и вытекающие из этого издержки, в виде топлива и общего падения производительности, обходятся в круглую сумму многим жителям России, кроме того выбросы углекислого газа, выделяемого при сгорании топлива, в час-пик увеличиваются в разы.

Полезность системы контроля дорожного движения очевидна. Основные затраты для данной системы приходится на разработку и испытания.

В статье были представлены несколько вариантов реализации данной системы, однако, возможно есть способы проще и надежнее.

Список использованных источников

1. Ерош И. Л. Дискретная математика: учебное пособие для вузов; Сергеев М. Б., Соловьев Н. В. СПб: ГУАП, 2005. -142 с.
2. Лебедев Ю. М. Теория автоматического управления. Учебное методическое пособие; Коновалов Б. И. Томск: Факультет дистанционного обучения ТУСУР, 2010. – 63с.
3. Амосов О. С. Интеллектуальные информационные системы. Нейронные сети и нечеткие системы: Уч. пособие. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «Комсом. н/А гос. техн. ун-т», 2004. – 104 с/
4. Яндекс.Карты [Электронный ресурс]: подробная карта России и мира. URL: <https://maps.yandex.ru/>

АКУСТИЧЕСКАЯ ЛЕВИТАЦИЯ

Камышникова О.С.

Научный руководитель: Тутов И.А.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
kamyshnikova.1995@mail.ru

Звуковая левитация – это одно из открытий человечества, которая дает возможность сделать научно-технический прорыв, где люди могут не рисковать своей жизнью при переносе опасных веществ, получать и перемещать сверхчистые вещества.

Левитация - неподвижное зависание объекта в воздухе без какой-либо механической опоры или подвеса. На сегодняшний день различают два вида левитации: магнитная и акустическая. В данной работе была рассмотрена акустическая (звуковая) левитация, способность веществ левитировать, благодаря звуковой волне, а также возможность переноса вещества с помощью левитации.

Акустическая левитация – это процесс, который появился не так давно, например, японские ученые научились приводить в движение частицы воды при помощи акустической системы. [1]. На самом деле левитировать могут только жидкости, но и легкие частицы. На данный момент не удалось заставить какое-либо вещество, тяжелее легких частиц и жидкости парить в воздухе.

Многие считают, что звуковая левитация – это очень громко и болезненно воздействует на слух человека. В действительности звук генерируется на таких частотах, которые не достижимы для человеческих органов слуха и не приносят вреда.

Звуковая волна - это механическое колебание, передающееся во времени. Если напротив источника звуковой волны расположить отражатель на расстоянии равном кратному целому числу полуволн, то образуется стоячая звуковая волна. Будет происходить интерференция отраженной и бегущей волны, на границе которых возникнет либо узел, либо пучность. Пучность - это точка максимальной амплитуды, а узел - точка с амплитудой равной нулю. Именно тогда, когда вещество попадает в узел (фокус), оно начинает «зависать» в воздухе. (Рис.1)

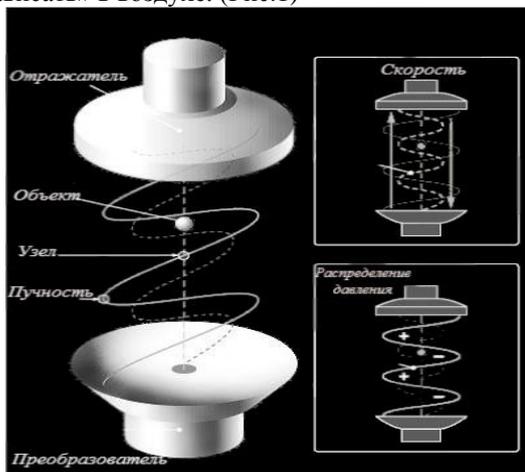


Рис.1 Акустическая левитация частицы

Левитация происходит в узлах волны, поэтому именно в них была исследована энергия. В узлах волны наблюдаются так называемые «потенциальные ямы». Рассмотрим участок волны, какой-либо площадью S и частицу воды, которая колеблется в данной площади (левитирует), поэтому была рассмотрена сила лобового сопротивления для нахождения скорости данной частицы и вывода формулы энергии.

Сила лобового сопротивления – это такая сила, которая препятствует движению тела в газах и жидкостях. [3]. Не зависит от величины подъемной силы. Сила лобового сопротивления может быть представлена в виде суммы двух составляющих: сопротивления при нулевой подъемной силе и индуктивного сопротивления. Индуктивное сопротивление – это следствие образования подъемной силы на крыле. Для нашей работы индуктивное сопротивление не представляет никакого интереса, поэтому можно сказать, что сила лобового сопротивления равна силе сопротивления при нулевой подъемной силе для данного случая. [5].

$$F_L = C_x \cdot S \cdot \frac{\rho v^2}{2},$$

где C_x - безразмерный аэродинамический коэффициент лобового сопротивления, S – площадь поперечного сечения шара, ρ – плотность среды, v – скорость распространения волны.

Смещение частиц вдоль волны происходит из-за разности давления, разность давления вызовет приложение силы

$$F = dp \cdot S,$$

где dp – разность давлений.

По второму закону Ньютона:

$$F_T = ma = m \frac{dv_T}{dt},$$

$$F_T = F_L,$$

$$m \frac{dv_T}{dt} = C_x \cdot S \cdot \frac{\rho v^2}{2},$$

$$v_T = \frac{C_x s \rho}{2m} \cdot \int v^2(t) dt,$$

где C_x – аэродинамический коэффициент, s – площадь поверхности, ρ – плотность среды, m – масса частицы, V_T - скорость тела под действием акустической волны, v – скорость волны.

В итоге была получена скорость тела под действием набегающего воздушного потока акустической волны. Она необходима для нахождения полной энергии тела. Как известно, в энергетической яме присутствует только потенциальная энергия. Тело стремится занять такое положение в пространстве, в котором в некоторой окрестности оно обладало бы минимальной

энергией. Далее построим график для энергии тела, где видны потенциальные ямы, в которых происходит левитация данного вещества.

Кинетическая энергия (график на рис.2):

$$E_k = \left[\frac{C_x s \rho}{2m} \left(\frac{1}{2} t + \frac{1}{4\omega} \sin(2kx - 2\omega t) + \frac{1}{2\omega} kx \right) \right]^2$$

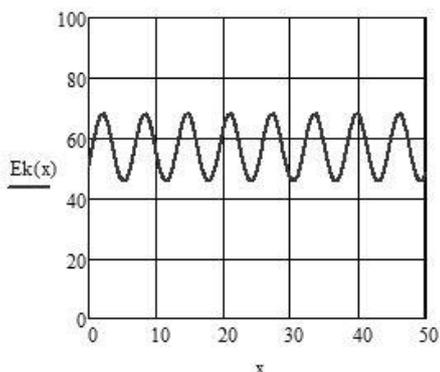


Рис.2 График кинетической энергии

Общая энергия равна сумме двух энергий (график представлен на рис.3):

$$E = mgx + E_k(x)$$

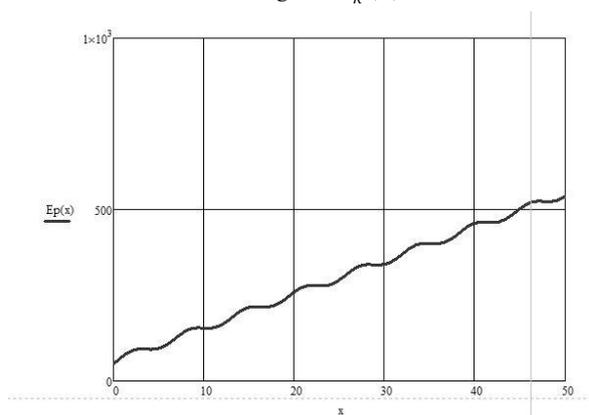


Рис.3 График общей энергии

Таким образом была получена энергия частицы в потенциальной яме, в том месте, где происходит левитация частицы. Далее необходимо определить при каких соотношениях параметров возникают потенциальные ямы. В будущем, следует рассмотреть, каким образом стоит перемещать потенциальные ямы в пространстве для выполнения различных манипуляций над веществом.

Список использованных источников и литературы:

1. Т.И. Трофимова Курс физики: Уч. пособие. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 560с.
2. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики (в трех томах): Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 1979 – 511 с.
3. Акустическая левитация [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.metodolog.ru/01346/01346.html> (Дата обращения 12.05.2015).

4. Распространение звуковых волн в пространстве [Электронный ресурс]. – URL: <http://edwardsemyonov.narod.ru/3/lecture3.html> (Дата обращения 12.05.2015).

5. Сила лобового сопротивления [Электронный ресурс]. - URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (Дата обращения 02.09.2015)

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ НАСТРОЙКИ ПИД-РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ ОБЪЕКТОВ С ТРАНСПОРТНЫМ ЗАПАЗДЫВАНИЕМ НА ПРИМЕРЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ УРОВНЯ

Цавнин А.В. Курганов В.В.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
tsavnin@gmail.com

Введение

Интерес к системам управления с запаздыванием всегда был и остаётся на достаточно высоком уровне. Большинство производственных процессов обладают запаздыванием, влияние которого на динамические свойства системы весьма велико. В ряде случаев запаздывание является принципиальным свойством объекта, что требует его учета при анализе динамических свойств объекта. К таким объектам относятся всевозможные транспортёры или объекты, построенные по аналогичному принципу [1].

Выбор методов настройки регуляторов

В настоящее время существует масса способов настройки регуляторов для различных объектов управления. Наиболее интересными для данного исследования являются такие методы как:

- метод Циглера-Никольса;
- метод Чена-Кронеса-Ресвика (CHR);
- метод Козна-Куна (Cohen-Coon method).

Выбранные методы относятся к классу параметрических методов [2], широко применяемых на практике. Смысл этих методов заключается в формальном определении коэффициентов регулятора по динамическим характеристикам объекта управления.

Объект исследования

Для практического исследования методов настройки ПИД-регулятора для данного класса систем была создана система автоматического регулирования уровня жидкости, содержащая протяженный трубопровод, представляющий собой звено чистого запаздывания. Функциональная схема объекта представлена на рисунке 1.

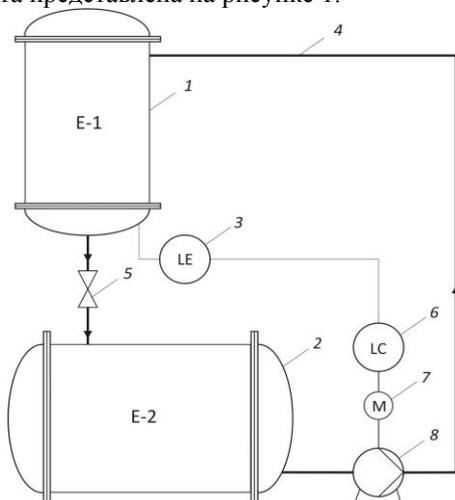


Рисунок 1 – Функциональная схема объекта управления

Из емкости 2 насосом 8 жидкость перекачивается в ёмкость 1 по трубопроводу 4 и сливается через вентиль 5. Уровень в основной ёмкости измеряется датчиком 3. Результат измерений поступает в регулятор 6, который формирует аналоговый выходной сигнал 4...20 мА. Выходной сигнал поступает на частотный преобразователь, управляющий производительностью насоса.

Экспериментальная проверка методов

Настройка коэффициентов регуляторов выполняется на основании переходной характеристики объекта, способ получения которой авторами достаточно подробно описан в [3]. Переходная характеристика представляет собой апериодическое звено первого порядка с запаздыванием. Передаточная функция объекта имеет следующий вид

$$W(s) = \frac{1}{47s + 1} \cdot e^{-55s}.$$

Графики переходных процессов регулирования уровня для различных методов представлены на рисунках 2 – 4. Следует признать, что ни один из предложенных формальных методов не даёт оптимальных настроек регуляторов. Для сравнительного анализа методов настройки выбраны показатели качества:

- перерегулирование;
- время переходного процесса.

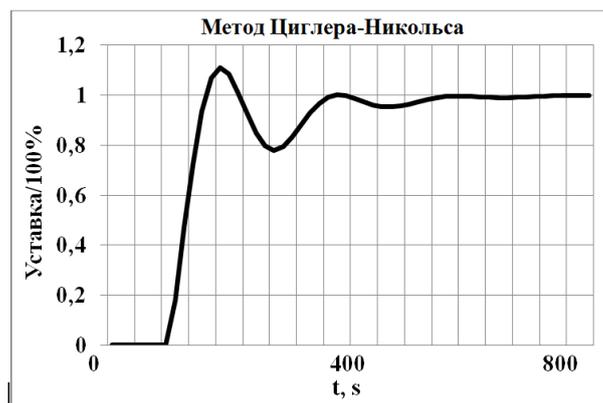


Рисунок 2– Метод Циглера-Никольса

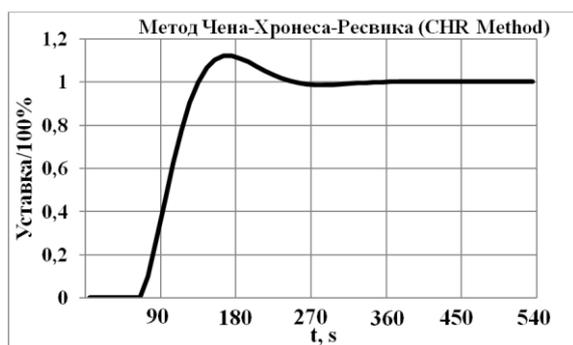


Рисунок 3 – Метод CHR

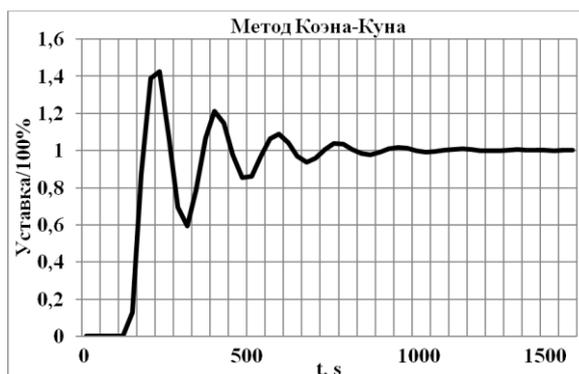


Рисунок 4 – Метод Коэна-Куна

Анализ полученных переходных процессов позволяет сделать следующие выводы.

1. Использование метода CHR для настройки коэффициентов регулятора позволяет получить наименьшее перерегулирование ($\sigma = 12,2\%$) при наименьшем времени регулирования ($t_p \approx 200$ с).

2. Использование метода Циглера-Никольса позволяет получить также приемлемое качество регулирования, однако процесс более колебательный и время регулирования значительно больше ($t_p \approx 500$ с).

3. Переходный процесс, полученный с помощью метода Коэна-Куна характеризуется крайне высокой степенью колебательности и наибольшим перерегулированием.

Заключение

Сравнительный анализ методов настройки регуляторов для данного класса систем показал, что наибольшее качество регулирования обеспечивает метод CHR. Метод Циглера-Никольса также дает относительно приемлемый результат, однако характеризуется большим временем регулирования и перерегулированием. Результат, полученный методом Коэна-Куна без дополнительной настройки не рекомендуется использовать.

Список использованных источников

1. Гурецкий Х. Анализ и синтез систем управления с запаздыванием. Пер. с польского М., «Машиностроение», 1974, 328 с.

2. Silva, G.J., 1973-PID controllers for time-delay systems/ G.J. Silva, A. Datta, S.P. Bhattacharyya. p.cm. – (Control engineering).

3. Курганов В. В., Цавнин А. В. Управление объектом с запаздыванием // Автоматика и программная инженерия. - 2015. - №2. - С. 9-13.

СВЕТОФОР Х-ОБРАЗНОГО ПЕРЕКРЕСТКА НА ЛОГИКЕ

Орлов Э.Е.

Научный руководитель: Тутов И.А.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
timaball@ya.ru

Введение

Светофор – оптическое устройство несущее световую информацию. Светофор предназначен для регулирования механических транспортных средств, пешеходов, поездов железной дороги, морских судов, трамваев. В данном проекте была разработана и сконструирована модель автомобильного светофора. Автомобильные светофоры наиболее распространены с сигналами трех цветов: красный, желтый, зеленый.

Красный сигнал запрещает движение. Желтый сигнал запрещает проезд, если при этом не требуется экстренное торможение. Зеленый – разрешает движение.

Требование к изделию

Устройство должно работать в правильной последовательности, так же, как и автомобильный светофор, т.е. правильная последовательность загорания сигналов.

После того как фаза красного света заканчивается, загорается желтый после чего желтый и красный гаснет, загорается зеленый. При окончании фазы зеленого света, тот начинает моргать, после чего загорается красный и зеленый гаснет. В проекте используется 4-ре светофора 2-а которые дублируют друг друга. Должен работать от переносного источника энергии.

Аппаратная часть

Так как по ТЗ светофор должен моргать и переключаться, то данную задачу решим с использованием транзисторов. Моргание реализуем, используя эмиттерный повторитель, а переключение с одного с другой сигнал с помощью одного транзистора на каждый свет, источником которого является светодиод. На базу транзистора подается сигнал с счетчика-дешифратора (к176-ие8), эмиттер через диоды подключается к земле, коллектор к источнику питания. При подаче сигнала на базу транзистора будет проходить ток на светодиоды, которые будут загораться. Счетчик-дешифратор использовалось два. Один реализован как «переключатель», второй - как делитель частоты на 4-ре.

Для исключения обратной связи были использованы микросхемы на логических элементах «ИЛИ-НЕ».

Генератор прямоугольных импульсов реализован на микросхеме NE555, который питается батарейке 9В. Подключение изображено на рисунке 1.

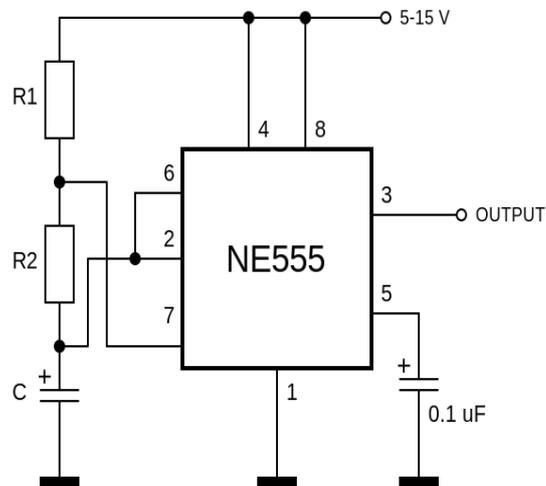


Рисунок 6. схема подключения NE555

Так как у нас генератор импульсов, то мы должны знать их примерную частоту, которую мы рассчитываем по формуле. $f = \frac{1}{0.693 * C * (R1 + 2R2)}$. Значения R1 и R2 подставляются в Омах, C - в фарадах, частота в Герцах. Время между началом каждого следующего импульса называется периодом и обозначается буквой t. Оно складывается из длительности самого импульса - t1 и промежутком между импульсами - t2. $t = t1 + t2$. $f = \frac{1}{t1}$

Микросхема К155ЛЛ1. (Рисунок 2.)

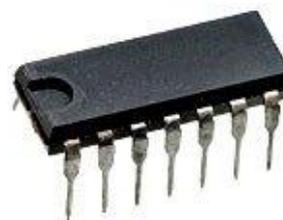
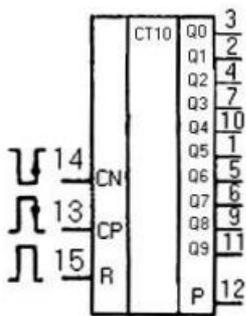


Рисунок 7

Десятичный счетчик с дешифратором – CD4017B
Изображение:



R - вход установки исходного состояния.

CN - вход для подачи счетных импульсов отрицательной полярности.

CP - вход для подачи счетных импульсов положительной полярности.

Установка счетчика в 0 происходит при подаче на вход R лог. 1, при этом на выходе Q0 появляется лог. 1, на выходах Q1-Q9 лог. 0.

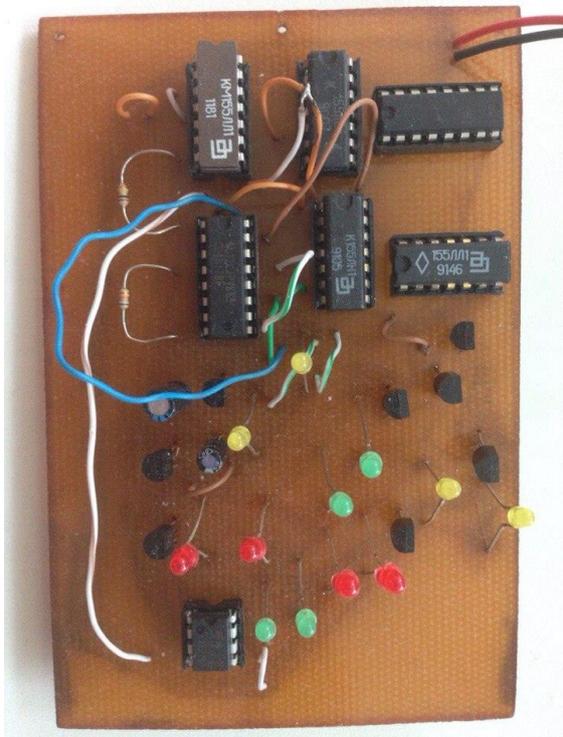
Переключение счетчика происходит по спадам импульсов отрицательной полярности, подаваемых на вход CN, при этом на входе CP должен быть лог. 0.

Можно так же подавать импульсы положительной полярности на вход CP, переключение будет происходить по их спадам. На выходе CN при этом должна быть лог. 1. Микросхема SN7404. Представляет собой 6 лог. элементов «НЕ».

Так же в схеме имеется микросхема SN7427, которая представляет собой три логических элемента «ИЛИ-НЕ» и транзистор BC547B.

Заключение

Таким образом, сильные стороны данной схемы — это простота и дешевизна. Сейчас проект выглядит так. В будущем возможно совершенствование изделия.



Данный проект можно использовать для стенда или построить модель перекрестка в масштабе. Он будет полезен для широкого круга людей дошкольного возраста (детсады) так и в условиях школы, при изучении ПДД, так же является

незаменимым помощником в работе педагога организатора, проведения конкурсов, викторин, классных часов по автомобильной тематике и безопасности на городских улицах и дорогах. Данный стенд может быть также использован в автошколах при подготовке водителей всех категорий транспортных средств. Позволит наглядно изучить часть правил дорожного движения, тем более аналогов подобного плана.

Список литературы

1. Элементы логики [Электронный ресурс]. <http://www.computerbooks.ru/books/CAD/44/ЧАПТ ER2/2-3-2.htm>.

РЕГУЛЯТОР ВЛАЖНОСТИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЙ НЕОБХОДИМЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВЛАЖНОСТИ В ИНКУБАТОРЕ

Наумовская А.А.

Научный руководитель: Тутов И.А.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
nastyush.naumovskya.1994@mail.ru

Введение

В настоящее время автоматизация затрагивает практически все области жизни человека: от сложных технологических процессов производства до бытовых процессов, с которыми может столкнуться каждый человек. Зачастую, те или иные автоматические устройства бывают достаточно дороги, и человек задается вопросом, можно ли создать необходимое устройство самостоятельно, значительно при этом сэкономив?

Целью данной работы было создание регулятора влажности на достаточно простых элементах. Регулятор был разработан для использования его при инкубации.

Требования к регулятору влажности

Инкубация – это искусственный процесс вывода птенцов из яиц, который должен происходить при определенной температуре и влажности.

Влажность является очень важным показателем инкубации, так как влияет на испарение воды из яйца, т.е. является регулятором водного обмена, на фоне которого осуществляется весь обмен веществ в яйце и происходит развитие цыпленка. Поэтому данный показатель необходимо поддерживать на заданном уровне. При поддержании температуры в 37-38°C необходимо обеспечивать 50-60 % влажности.

Описание принципа работы

Принцип работы датчика основывается на принципе работы прибора-измерителя температуры воздуха и его влажности - психрометра.

Простейший психрометр состоит из двух термометров. Один «сухой», другой «влажный», т.е. обернутый влажной хлопчатобумажной тканью. Конец этой ткани опущен в резервуар с жидкостью, что позволяет поддерживать ткань во влажном состоянии. При испарении воды происходит охлаждение «влажного» термометра. Чем ниже влажность окружающего воздуха, тем интенсивнее протекает этот процесс. Следовательно, чем суше воздух, влажность которого определяется, тем ниже будут показания «влажного» термометра, и тем больше будет разница между показаниями «сухого» и «влажного» термометров. Эти показания фиксируются, после чего относительная влажность воздуха определяется по психрометрической таблице, либо используется график зависимости температуры воздуха по «сухому» термометру от температуры воздуха по «мокрому» термометру. В данной работе для определения относительной влажности использовали второй метод.

Так как температура в инкубаторе должна

поддерживаться на уровне 37-38°C, выбрали значение в 37,5°C. Линии, соответствующие влажности в 50 и в 60%, позволили определить диапазон температур, соответствующий диапазону температур «влажного» термометра (Рис. 1.).

Получили диапазон значений: 31 – 32,5 °С, при данном диапазоне показаний «влажного» термометра влажность воздуха в инкубаторе будет соответствовать необходимой.

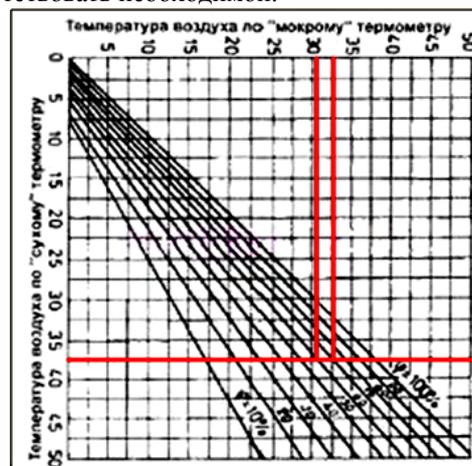


Рис. 1. Зависимость температуры воздуха по «сухому» термометру от температуры воздуха по «мокрому» термометру

Первоначальная принципиальная электрическая схема регулятора влажности представлена на рис.2. Данная схема была изменена в результате отладки и решения некоторых проблем, которые приведены далее.

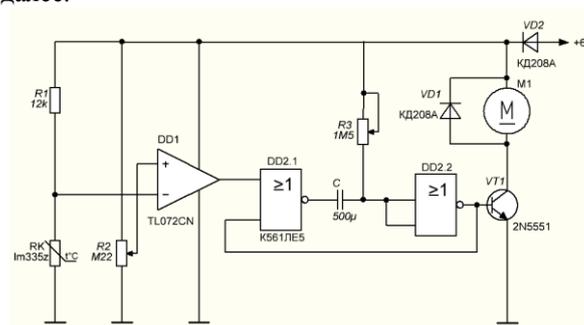


Рис. 2. Первоначальная принципиальная электрическая схема

В качестве «влажного» термометра используется датчик температуры Im335z. Термодатчик при изменении температуры воздуха способен изменять свое сопротивление, следовательно, меняется и напряжение, выделяемое на нем. Сопротивление подстроечного резистора, соответствует сопротивлению термодатчика при температуре

воздуха из требуемого диапазона (31 – 32.5°C). Компаратор сравнивает значения напряжений, выделяющихся на термодатчике и подстроечном резисторе. Если влажность в инкубаторе ниже необходимой, то есть температура термодатчика ниже, чем 31°C, то на выходе компаратора появляется сигнал – логическая единица. Логическая единица запускает одновибратор, построенный на двух элементах 2ИЛИ-НЕ, конденсаторе и резисторе. При сборке схемы использовали подстроечный резистор, чтобы изменить длительность импульса, выдаваемого одновибратором. Сигнал, сформированный одновибратором, поступает на транзисторный ключ, который, открываясь, подает сигнал на моторчик распыривателя, работающий в течение импульса. Происходит увлажнение воздуха.

Проблемы, решенные при реализации схемы

Проблемы при сборке схемы на макетной плате:

1. Выходной ток микросхемы К561ЛЕ5А оказался слишком мал для возможности открытия транзисторного ключа.

Решение: использование сборки Дарлингтона позволило увеличить ток с выхода микросхемы и позволило сделать возможным запуск моторчика распыривателя.

2. Неправильная работа одновибратора.

Одновибратор не формировал импульс необходимой длины из-за того, что конденсатор не разряжался. Эта проблема была связана с тем, что при сборке использовали полярный конденсатор, так как не удалось приобрести неполярный конденсатор необходимого номинала.

Решение: использование одновибратора другого типа, состоящего из резистора, диода и конденсатора. Одновибратор такой структуры позволил использовать полярный конденсатор значительной ёмкости, чтобы увеличить время импульса до безопасного для работы моторчика. К тому же использование в схеме диода ускоряет процесс перезаряда емкости, что уменьшает вероятность возникновения импульсных помех на выходе логического элемента. Импульс формируется после окончания действия запускающего сигнала.

Проблемы при отладке спаянной платы.

1. Двигатель находился в режиме частых включений и выключений из-за наличия помех на выходе компаратора. Такой режим работы значительно сокращает срок службы двигателя. На сигнале с первого измерительного канала осциллограммы (см. рис.3. CH1 – выход с компаратора DD1, CH2 – напряжение питания) хорошо заметны значительные помехи.



Рис. 3. Осциллограмма.

Решение: на выходе компаратора был размещен резистор небольшого номинала.

В результате решения возникших проблем первоначальная схема была преобразована (Рис.4.).

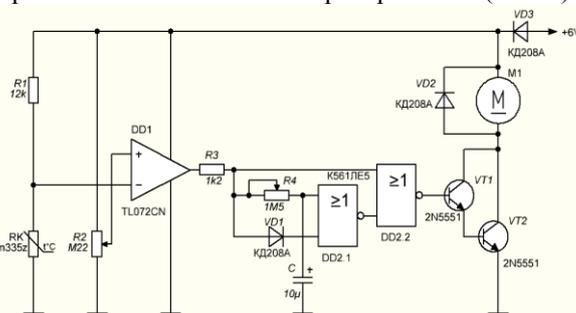


Рис. 4. Работоспособная принципиальная электрическая схема

Преобразование первоначальной схемы обеспечило необходимую работу регулятора влажности.

Вывод

Таким образом, в результате проделанной работы, был реализован регулятор влажности для инкубатора, собранный на простых элементах.

Затраты при покупке регулятора влажности, предлагаемого российскими и зарубежными производителями, больше чем в 10 раз превышают затраты на изготовление данного простого регулятора влажности самостоятельно. Данный регулятор может использоваться не только в процессе инкубации. При использовании его в другом процессе нужно будет лишь учесть необходимый уровень относительной влажности.

Список использованных источников

1. Гриф А. В копилку радиолюбителя. Популярныe схемы и конструкции. Книга 1 – М.: СОЛОН-Пресс, 2007. – 63 с.
2. Заец Н.И. Электронные самоделки для быта, отдыха и здоровья – М.: СОЛОН-Пресс, 2005. – 288 с.
3. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника и микропроцессорная техника – М.: КНОРУС, 2013. – 800 с.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ

Лазарев В.А., Мисевич П. В.

Нижегородский Государственный Технический Университет им. Р. Е. Алексева
vladimirlaz@gmail.com

Введение

За последние 35 лет можно отметить бурный рост информационных технологий в общем и индустрии разработки программного обеспечения, в частности. Рост вычислительной мощности, а также развитие технологий хранения данных привел к тому, что современные программные продукты совмещают огромное количество функций и значительно увеличились в размерах [1].

Вслед за ростом сложности программных продуктов растет количество и сложность тестов, используемых для верификации качества. Автоматизация процесса тестирования позволила наращивать объем тестирования. Но с ростом объема тестирования значительно растут затраты на поддержку процесса тестирования.

В качестве решения предлагается автоматизировать поддержку автоматизированного тестирования. Характер предметной области обуславливает использование экспертной системы в качестве ядра интеллектуальной системы поддержки [2]. В данной статье предлагается теоретический подход к построению подобных систем.

Модифицированная продукционная модель базы знаний

Для построения интеллектуальной подсистемы предлагается использовать продукционную модель баз знаний [3]. Выбор обусловлен свойствами предметной области и модели.

Но наряду с достоинствами продукционные базы знаний имеют ряд недостатков, которые являются неотъемлемыми свойствами продукционных систем.

Формальные конфликты, которые возникают, когда в процессе жизненного цикла в базе знаний возникают несколько правил с одинаковыми левыми частями, но разными правыми. Концептуальные конфликты, возникающие при интеграции проектов высокого уровня сложности, когда существует несколько различных подходов к решению одной и той же задачи. В обоих случаях в сценариях принятия решения возникает более одного правила с одинаковыми левыми частями. Предлагается использовать приоритеты правил (экспертная оценка, использовать наиболее часто использовавшееся правило). Помимо разрешения конфликтов, это позволит оптимизировать нагрузку на экспертную систему за счет минимизации количества применяемых правил при исполнении сценариев.

Фрагментация предметной области позволит минимизировать сценарии, что облегчит их поддержку.

Еще одним недостатком чисто продукционной модели базы знаний является сложность применения в реальных проектах из-за слишком сложной структуры реальных объектов. В результате, для работы правил требуется несколько параметров, которые необходимо получить к моменту активации правила. Для решения этой проблемы предлагается использование аппарата дескрипторов (см рис. 1 представлен), что означает концептуальный переход от продукционной модели к фреймово-продукционной или ситуационной модели [4].



Рисунок 1 - Дескриптор для сценария анализа состояния тестового устройства

В результате обобщенное правило примет вид:
(frag) (k)
ЕСЛИ (D.Ai ... D.Aj) и (D.Mf ... D.Mh)
ТО D.Bl

Где:

frag – идентификатор фрагмента предметной области, к которой принадлежит данное правило.

A – множество допустимых условий.

B – множество допустимых действий.

M – множество допустимых приоритетов правил.

D – множество дескрипторов ситуации.

Принципы построения и поддержки базы знаний

Разработка и внедрение системы является необходимым, но не является достаточным условием успешного ее применения. Требуется учитывать весь жизненный цикл комплекса и разработать принципы его поддержки на всех этапах ЖЦ.

При построении экспертной системы необходимо выработать методы формализации

знаний о предметной области и отображения их в базу знаний. На данный момент не существует единого подхода к решению подобной задачи. В данной работе предлагается использовать модель конструктор введенную в [4].

В рамках такой модели проектирование осуществляется в соответствии со стратегией «сверху - вниз». При этом вводится 4 уровня проектирования. Уровень типовых задач описывает набор обособленных подзадач, требующих решения для решения глобальной задачи. Уровень типовых сценариев описывает множество сценариев, позволяющих решать типовые задачи. Уровень событий описывает объекты управления и их параметры, необходимые работы сценариев. Уровень причинно-следственных связей содержит набор продукционных правил, являющихся основой для вышестоящих уровней.

В качестве первого шага строится множество типовых задач в предметной области. Совокупность элементов типовых задач образует класс, которому в абстрактной модели соответствует родовой объект «Типовая задача». Далее между элементами класса устанавливаются горизонтальные, вертикальные и причинно-следственные связи.

Следующим шагом является построение для каждой типовой задачи множества типовых сценариев ее решения. Для этого производится декомпозиция предметной области на элементы порождающего сценария множества событий. При этом каждая типовая задача рассматривается отдельно, что позволяет упростить анализ и формализацию. Пересечения на уровне типовых сценариев искусственно убираются за счет дублирования объектов пересечения.

В процессе жизненного цикла системы интеллектуальной поддержки процесса автоматизированного тестирования изменяется окружение, что приводит к изменению в предметной области и сценариев. Это приводит к следующим потенциальным проблемам:

1. возникновению дублирующих путей/ветвей дерева сценариев;
2. несвязности дерева сценария, возникновение узлов, недостижимых из корня;
3. возникновению циклических путей/ветвей.

Для решения проблем первого и третьего типа, предлагается запретить дублирующие исходы в дереве сценария.

В качестве верификатора проблем второго типа используется логистический критерий. При этом проводится процедура обратного вывода для проверки каждого узла в дереве сценария. Проверка считается успешно пройденной, если удалось достичь корня дерева.

Для оптимизации сценариев, как уже говорилось выше, предлагается использовать систему приоритетов на основании экспертных оценок и статистического критерия. При этом

экспертный приоритет задается администратором, а статистический вычисляется как вероятность прохода через узел на основе данных о предыдущих запусках тестирования. Расчет разбивается на три этапа:

1. Каждому листу в дереве анализа, задается мера, вычисляемая как вероятность наступления данного состояния на основе данных о предыдущих запусках тестирования.
2. Строится таблица совместимости событий, исходов и состояний.
3. Каждому событию, имеющему один или несколько исходов, вероятность задается, как сумма вероятностей дочерних поддеревьев.

Дерево строится, начиная с наиболее вероятных событий и далее к наименее вероятным событиям. Таким образом максимизируют вероятность выявления ошибки за минимальное количество шагов.

Заключение

Предложены теоритические основы построения и сопровождения систем интеллектуальной поддержки автоматизированного тестирования на всех этапах жизненного цикла подобных систем. Это позволит оптимизировать затраты на тестирование разрабатываемого программного обеспечения.

Данные теоритические основы позволяют начать разработку инструментального комплекса – скелетной оболочки поддержки системы автоматизированного тестирования программных комплексов.

Нераскрытыми остаются вопросы автоматизация процедуры выделения новых знаний и их представления в машинно-ориентированном виде, а также их верификации.

Список использованных источников

1. В.А. Лазарев, П.В. Мисевич, В.П. Хранилов. Анализ тенденций и выбор направления развития перспективных систем поддержки автоматизированного тестирования программных комплексов. – Экономика и менеджмент систем управления. №2.2 (16) 2015, с. 273-279.
2. Лазарев В.А. Методика разработки средств интеллектуальной поддержки автоматизированной системы тестирования программных комплексов // Журнал Труды НГТУ 2015, статья. с. 11.
3. Лорьер Жан-Луи, Системы искусственного интеллекта. 1991, с. 379-400.
4. Мисевич П.В. Сценарно-ситуационный подход к проектированию средств интеллектуальной поддержки процесса функционирования автоматических систем. – Системы управления и информационные технологии. 2007 N2.1(28), с. 166-171.

ПСЕВДОЛИНЕЙНАЯ КОРРЕКЦИЯ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Захаренко И.Е., Сипкова Н.С., Скороспешкин В.Н.

Научный руководитель: Скороспешкин В.Н., к.т.н., доцент
Томский политехнический университет, Институт кибернетики
Zie140494@gmail.com

Применение классических ПИД-регуляторов не всегда способно дать хорошее качество регулирования в силу ряда недостатков, которыми обладают регуляторы. Основные недостатки – наличие фазового запаздывания и высокая чувствительность к различного рода помехам в измерительном канале.

Существуют различные способы для устранения данных недостатков, одни из них: ввод в систему регулирования корректирующих линейных и нелинейных звеньев, коррекция свойств регулятора [1,2].

В данной работе приведены результаты исследования системы автоматического регулирования с использованием объекта второго порядка и модифицированного псевдолинейного ПИД-регулятора.

Применяемый регулятор включает в себя следующие звенья: псевдолинейное звено с амплитудным подавлением, пропорциональное звено, интегрирующее звено, дифференцирующее звено, псевдолинейное фазоопережающее звено. Структурная схема псевдолинейного ПИД-регулятора приведена на рисунке 1.

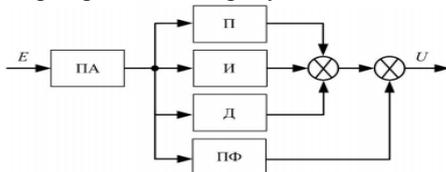


Рисунок 1 - Структурная схема модифицированного псевдолинейного ПИД-регулятора

На рисунке: ПА – псевдолинейное звено с амплитудным запаздыванием; П – пропорциональное звено; И – интегрирующее звено; Д – дифференцирующее звено; ПФ – псевдолинейное звено с фазовым опережением.

На рисунке 2 представлена схема псевдолинейного звена с амплитудным подавлением.

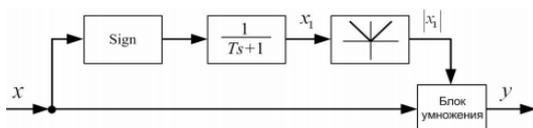


Рисунок 2 - Структурная схема псевдолинейного звена с амплитудным подавлением

Данное звено включает в себя оператор Sign, низкочастотный фильтр, блок определения модуля, перемножающее устройство.

АФЧХ звена имеет вид:

$$W(j\omega) = a + jb;$$

$$a = \frac{8}{\pi^2 \times \sqrt{1 + T^2 \omega^2}} \times \left(1 + \frac{1}{3}\right) \times \cos(2\vartheta);$$

$$b = \frac{8}{\pi^2 \times \sqrt{1 + T^2 \omega^2}} \times \left(\frac{1}{3}\right) \times \sin(2\vartheta).$$

Анализируя полученную АФЧХ можно сделать вывод, что при изменении АЧХ данного звена изменяет свои значения от 1 до 0. Изменение ВЧХ при различных параметрах происходит не более чем на -20° . При возникновении в системе колебаний выходной величины наблюдается автоматическое уменьшение коэффициента передачи звена.

На рисунке 3 представлена структурная схема псевдолинейного звена с фазовым опережением, состоящего из блока определения модуля, фазоопережающего блока, оператора Sign, перемножающего устройства.

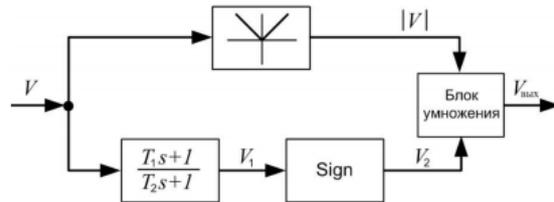


Рисунок 3 - Структурная схема псевдолинейного звена с фазовым опережением

Коэффициенты гармонической линеаризации данного звена имеют вид:

$$a = \frac{1}{\pi} (\pi - 2\alpha + \sin 2\alpha);$$

$$b = \frac{1}{\pi} (1 - \cos 2\alpha),$$

$$\text{где } a = \arctg \frac{\omega T_1(1-v)}{1 + \omega^2 T_1^2 v}; v = \frac{T_2}{T_1}.$$

Анализ частотных характеристик звена показывает, что при изменении частоты и варьировании постоянных времени звена T_2 от 1 до 0,01 с, T_1 от 1 до 10 с, ФЧХ претерпевает изменения в пределах от 0 до 78° , а логарифмическая АЧХ изменяется в пределах от 0 до -4 дБ. [5] Такое изменение АЧХ не оказывает существенного влияния на запас устойчивости системы автоматического регулирования (САР). Данное псевдолинейное звено с фазовым опережением осуществляет фазовый сдвиг, величина которого зависит от значений постоянных времени T_1 и T_2 . Данное звено применяется для коррекции сигнала путем внесения в САР положительного фазового сдвига и тем самым улучшает качество регулирования.

Для исследования работы модифицированного псевдолинейного ПИД-регулятора была составлена модель САР в среде Matlab 7.12.

В системе используются ОУ второго порядка, имеющие передаточную функцию вида:

$$W_o(s) = \frac{K_o}{T_{o2}^2 s^2 + T_{o1} s + 1}.$$

Параметры ОУ имеют следующие значения: $K_o=1$; $T_{o2}=3.87298$ с; $T_{o1}=8$ с.

Для данного объекта управления методом Циглера-Никольса были рассчитаны параметры классического ПИД-регулятора для обеспечения апериодического переходного процесса. Коэффициенты регулятора имеют следующие значения: $K_{п1}=1.0753$; $K_{и1}=0.1331$; $K_{д1}=0.7462$.

Для исследования свойств системы регулирования была проведена настройка модифицированного псевдолинейного ПИД-регулятора: значения пропорциональной, интегральной и дифференциальной составляющих были приняты равными значениям классического ПИД-регулятора. Постоянная времени фильтра псевдолинейного звена с амплитудным подавлением $T=10$ с. Параметры настройки фазопередающего звена были приняты равными: $T_1=10$ с, $T_2=1$ с.

На рисунке 4 приведены кривые переходных процессов для двух систем с параметрами ОУ и настройками регуляторов, описанными выше.

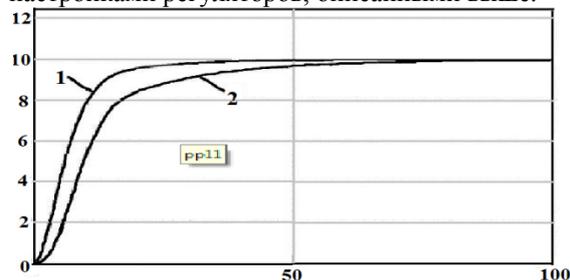


Рисунок 4 - Кривые переходного процесса

Кривая 1 соответствует системе с классическим ПИД-регулятором, а кривая 2 – системе с модифицированным псевдолинейным ПИД-регулятором.

Как видно из рисунка характер переходных процессов является апериодическим. В системе с модифицированным псевдолинейным ПИД-регулятором время регулирования немного большее, чем в системе с классическим ПИД-регулятором.

На рисунке 5 приведены кривые переходных процессов для этих же САР, с изменившимися параметрами ОУ. Значения изменившихся параметров ОУ являются следующими: $K_o=1$; $T_{o2}=7.0710$ с; $T_{o1}=8$ с. При этом параметры классического ПИД-регулятора и модифицированного псевдолинейного ПИД-регулятора остались неизменными.

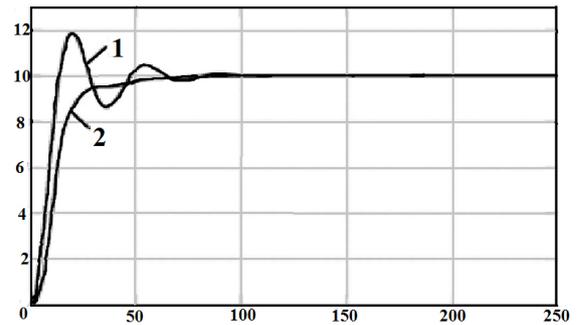


Рисунок 5 - Кривые переходных процессов

Кривая 1 соответствует системе с классическим ПИД-регулятором, а кривая 2 – системе с модифицированным псевдолинейным ПИД-регулятором.

Как видно из рисунка качество регулирования САР с классическим ПИД-регулятором при изменившихся параметрах ОУ является намного худшим, чем качество САР с модифицированным псевдолинейным ПИД-регулятором.

Проведенные исследования систем регулирования с предложенным регулятором показывают, что модифицированный псевдолинейный ПИД-регулятор эффективно работает в условиях, когда параметры объекта управления меняются в широком диапазоне. И в этой связи такой регулятор можно рассматривать как робастный.

В данной работе рассмотрено псевдолинейное фазопередающее звено, фазовая характеристика которого претерпевает изменения в пределах от 0 до 78°. При необходимости подъема ФЧХ на большую величину можно использовать псевдолинейное корректирующее устройство с фазовым опережением [2]. Данное звено обеспечивает подъем фазо-частотной характеристики до 175°.

Список использованных источников:

1. Скороспешкин М.В., Скороспешкин В.Н. Псевдолинейное корректирующее устройство с фазовым опережением // Патент на полезную модель №104332 (RU 104332 U1) По заявке №2010149922/08 от 03.12.2010. Опубликовано: 10.05.2011 RU БИПМ №13.
2. Хлыпало, Е.И. Нелинейные корректирующие устройства в автоматических системах / Е. И. Хлыпало. – Л.: Энергия, 1973. – 344

СИСТЕМА ОТСЛЕЖИВАНИЯ БРАКА НА ПРОИЗВОДСТВЕ НА ОСНОВЕ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ

Орлов К.Е., Нефедов В.Д., Попов В.В.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
keo1@tpu.ru

Введение

В настоящее время на производстве случается достаточное количество браков, таких как: искривление радиуса у подшипников, неравномерная покраска деталей автомобиля, не соответствие заданных параметров какого-либо изделия и т.д.

Целью моей работы являлась попытка отследить браки и по возможности предотвратить их появление на конвейере.

Описание системы

Компоненты для данной системы были напечатаны на 3D-принтере модели Duplicator 4. Модель данной системы представлена на рис. 1



Рисунок 1 - Макет Системы

Система состоит из:

- Напечатанных деталей (рис. 2);
- соединяющих элементов;
- веб-камеры компании Microsoft (рис. 3)
- Цифровых сервоприводов с крутящим моментом от 2 кг×см до 5 кг×см (рис.4)



Рисунок 2. Напечатанные детали



Рисунок 3 - Веб-камера.



Рисунок 4 - Цифровые сервоприводы.

Программная часть системы, а именно графическая обработка информации выполнена на одноплатном компьютере.

В данный момент система работает следующим образом: одноплатный компьютер, с помощью веб-камеры, распознает объект красного цвета и передает команду сервоприводам сделать поворот на N градусов, с целью постоянного слежения за объектом. Простейший алгоритм слежения за объектом служит в качестве наглядного примера работы системы в целом, в результате которого были выявлены недочеты модели и неудачный подбор сервоприводов.

Тестирование системы

Тестирование системы производилось на основе одноплатного компьютера Raspberry Pi.

Было принято решение кодировать на языке программирования Python с использованием двух сервоприводов из 4. Алгоритм работы python-скрипта состоит из 6 пунктов.

1. Преобразование кадра в формат HSV
2. Фильтрация в заданном диапазоне HSV

3. Морфологическое преобразование
4. Размытие
5. Детектирование окружностей
6. Передача управляющих сигналов на сервоприводы

Преобразование в HSV

`hsv = cv2.cvtColor(img, cv.CV_BGR2HSV)`

Даем изображение с веб-камеры, получаем - конвертированное в HSV изображение (первая картинка).

В HSV проще создать правильную маску для выделения нужного цвета.

Фильтрация по цвету

`thresh = cv2.inRange(hsv, h_min, h_max)`

Функция `inRange` преобразует цветную картинку в черно-белую маску. В этой маске, все пиксели, попадающие в заданный диапазон - становятся белыми. Прочие - черными. Результат работы `inRange` представлен на второй картинке.

Морфологическое преобразование

`st1 = cv2.getStructuringElement(cv2.MORPH_RECT, (21, 21), (10, 10))`

`st2 = cv2.getStructuringElement(cv2.MORPH_RECT, (11, 11), (5, 5))`

`thresh = cv2.morphologyEx(thresh, cv2.MORPH_CLOSE, st1)`

`thresh = cv2.morphologyEx(thresh, cv2.MORPH_OPEN, st2)`

Данная процедура нужна для того, чтобы убрать из кадра мелкий мусор и замазать возможные дефекты в выделяемом объекте. Например, морфологическое преобразование позволяет убрать из теннисного шарика прожилку, которая имеет отличный цвет. Либо, как в моем случае, можно убрать надпись и засвеченные участки шарика (третья картинка).

Размытие

`thresh = cv2.GaussianBlur(thresh, (5, 5), 2)`

Размытие методом Гаусса. Как и предыдущая процедура, размытие необходимо для сглаживания шероховатостей.

Детектирование окружностей

`circles = cv2.HoughCircles(thresh, cv.CV_HOUGH_GRADIENT, 2, mcr, np.array([]), cet1, cet2, mcs, xcs)`

Собственно, само детектирование. Процедура `HoughCircles` находит на изображении все окружности, используя при этом преобразование Хафа. Важными параметрами здесь являются:

- `mcr` - минимальное расстояние между окружностями ($h/4$);

- `cet1` и `cet2` - параметры оператора Кэнни, используемого для построения границ объекта (80 и 50);

- `mcs`, `xcs` - минимальный и максимальный радиус окружностей (5 и 0).

На последнем шаге, на основе координат обнаруженной окружности, рассчитываются углы поворота сервоприводов.

`sctrl.shift(0, (x*I./w)*20-10)`

`sctrl.shift(1, -(y*I./h)*20-10).`

Заключение

В данный момент система находится на стадии отладки. В результате тестирования можно сделать вывод, что данная система работоспособна и в дальнейшем может внедряться в производство с изменением алгоритма работы системы. Безусловно, распознавание цвета не самая трудная задача, но в последствии данная система будет совершенствоваться и становиться сложнее.

Список использованных источников

1. Сделай сам [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.instructables.com/id/A-fully-3D-printable-GlaDOS-Robotic-ceiling-arm-la/> (Дата обращения 20.04.2015).

2. Популярная робототехника [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.poprobot.ru/home/modulslezeniazaoranzevumsarikom> (Дата обращения 25.05.15).

ФОРМИРОВАНИЕ УРАВНЕНИЙ КИНЕМАТИКИ КРЫЛЬЕВ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Яковлев А.С.

Научный руководитель: Малышенко А.М., д.т.н., профессор
Томский политехнический университет, Институт кибернетики
E-mail: alexyakovlev90@gmail.com

Современные технические устройства, функционирующие в космическом пространстве, являются результатом многоступенчатой разработки, включающей в себя создание целого ряда служебных систем. Одной из обязательных составляющих любого космического аппарата (КА) является система энергоснабжения, которая в качестве источника электроэнергии в большинстве случаев использует солнечные батареи. Отличительной особенностью солнечных батарей на борту КА является механизм их раскрытия. Наличие механизма раскрытия солнечных батарей связано с необходимостью компактной транспортировки полезного груза на орбиту функционирования КА.

На определенных этапах разработки новых моделей механизмов раскрытия солнечных батарей производится их моделирование, которое требует формирования кинематической модели. В данной работе представлен способ получения уравнений кинематики механизма раскрытия солнечных батарей, основанный на принципе формализованного описания кинематических цепей манипуляторов. В настоящее время данный метод успешно применяется для

автоматизированного решения прямой задачи кинематики манипуляционных роботов [1-2].

Использование формализованного описания подразумевает собой представление кинематической схемы механизма в виде совокупности характеристических точек. Для каждого формализованного описанного элемента формируется набор параметров, содержащих всю необходимую информацию, на основе которой осуществляется построение матриц однородных преобразований систем координат. Таким образом производится перемещение между точками кинематической схемы механизма и дальнейшее формирование уравнений кинематики.

Используя указанный метод, определим уравнения кинематики механизма раскрытия солнечной батареи КА. Внешний вид механизма раскрытия в раскрытом состоянии представлен на рисунке 1. В раскрытом положении определены и отмечены характеристические точки, для которых далее будут получены уравнения кинематики раскрытия крыла солнечной батареи.

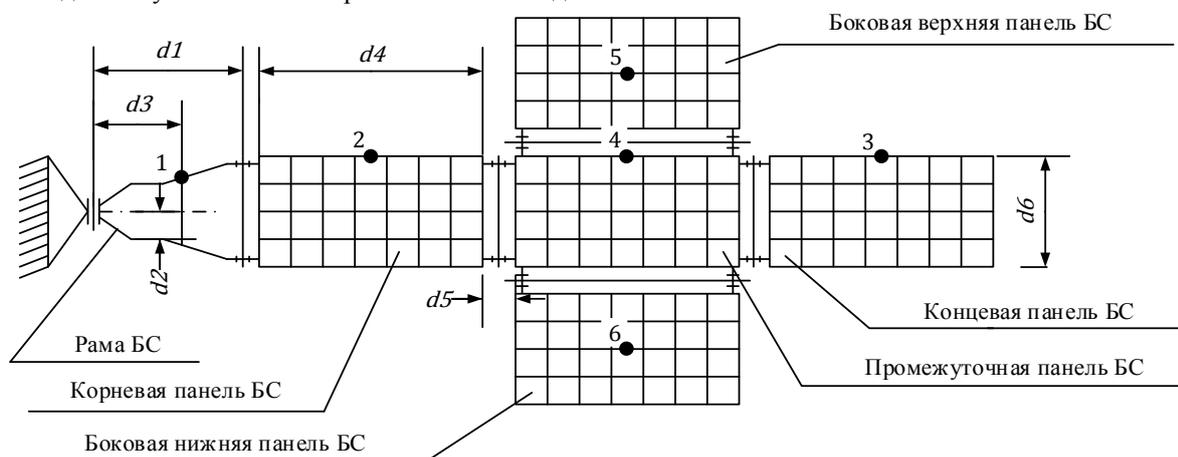


Рисунок 1 - Крыло солнечной батареи КА в раскрытом состоянии

На рисунке 1 отмечены:

- 1 – точка подвеса рамы БС;
- 2 – точка подвеса корневой панели;
- 3 – точка подвеса концевой панели;
- 4 – точка подвеса промежуточной панели;
- 5 – центр масс верхней боковой панели;
- 6 – центр масс нижней боковой панели;

Раскрытие КБС-Э происходит в 2 фазы. На первой фазе одновременно раскрываются рама, корневая, промежуточная и концевая панели БС.

Далее происходит раскрытие верхней и нижней боковых панелей.

Формализованное описание для каждой из точек формируется посредством описания переходов между двумя соседними шарнирными узлами раскрытия. Следует отметить, что в исходное формализованное описание кинематических цепей манипуляторов были внесены коррективы, а именно смещение оси вращательного сочленения. Подобные смещения

определяются спецификой используемых вращательных сочленений шарнирных узлов механической системы раскрытия крыльев солнечных батарей. Для таких шарнирных узлов предусмотрено смещение оси сочленения, с целью компактной транспортировки крыла в сложенном виде.

Пример формализованного описания для точки подвеса концевой панели:

LOR(1;10;0;0;0;0;0);
 LRR(2;10;20;-90;0;d1;-90;180);
 LRR(3;20;30;90;0;(d4+d5);90;180);
 LRR(4;30;40;-90;0;(d4+d5);-90;180);
 LRN(5;40;50;90;0;(d4+d5)/2;90;180);
 LNF(6;50;60;0;0;d6/2;0;0);
 J1R(10;1;2;-90;0;180;h1);
 J1R(20;2;3;180;0;180;h2);
 J1R(30;3;4;180;0;180;h3);
 J1R(40;4;5;180;0;180;h4);
 J0N(50;5;6).

Для простоты получим уравнения для первых трех точек подвеса солнечной батареи на первой фазе раскрытия крыла. В данной фазе все шарнирные узлы крыла солнечной батареи находятся в закрытом состоянии, открываются шарнирные узлы рамы и раскрываемых панелей. Боковые панели находятся в закрытом состоянии. С учетом углового смещения осей шарнирных узлов [3], взаимное отношение между углами их раскрытия следующее:

$$\gamma_1 = -\gamma_2 = \gamma_3 = -\gamma_4 = \gamma,$$

где γ_1 – угол раскрытия рамы БС;

γ_2 – угол раскрытия корневой панели БС;

γ_3 – угол раскрытия промежуточной панели БС;

γ_4 – угол раскрытия концевой панели БС.

Для получения кинематической модели крыла будем все использовать разработанное программное обеспечение [4]. Положение точек на первой фазе раскрытия будет описываться следующими уравнениями:

- уравнения точки подвеса рамы:

$$x_1(\gamma) = d_3 \cdot \cos(\gamma) + h_1;$$

$$y_1(\gamma) = d_3 \cdot \sin(\gamma) + h_1;$$

$$z_1(\gamma) = d_2.$$

- уравнения точки корневой панели:

$$x_2(\gamma) = \left(d_2 - \frac{d4 + d5}{2} \right) \cdot \cos(\gamma) -$$

$$- 2 \cdot h_2 \cdot \sin(\gamma) + h_1;$$

$$y_2(\gamma) = \left(d_2 + \frac{d4 + d5}{2} \right) \cdot \sin(\gamma) +$$

$$+ 2 \cdot h_2 \cdot \cos(\gamma) + h_1;$$

$$z_2(\gamma) = \frac{d_6}{2}.$$

- уравнения точки концевой панели:

$$x_3(\gamma) = \left(d_1 - \frac{d4 + d5}{2} \right) \cdot \cos(\gamma) -$$

$$- 2 \cdot (h_2 - h_3 + h_4) \cdot \sin(\gamma) + h_1;$$

$$y_3(\gamma) = \left(d_1 + \frac{5 \cdot (d4 + d5)}{2} \right) \cdot \sin(\gamma) +$$

$$+ 2 \cdot (h_2 + h_3 + h_4) \cdot \cos(\gamma) + h_1;$$

$$z_3(\gamma) = \frac{d_6}{2}.$$

Аналогичным образом могут быть получены уравнения кинематики для второй фазы раскрытия, а также для любой другой выбранной характеристической точки.

Вывод

Таким образом, вся сложность процесса формирования кинематической модели механизма раскрытия солнечных батарей сводится к определению параметров формализованного описания. Данный процесс может быть также упрощен за счет использования графического интерфейса, позволяющего осуществлять выбор требуемой характеристической точки механической системы, для которой по известному алгоритму будут формироваться уравнения кинематики.

Литература

1. Yakovlev A. Obtaining manipulators kinematic models from its formalised description// 2015 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON), IEEE Computer Society, May 21–23, 2015, Omsk, pp. 38–42.
2. Yakovlev A., Malysenko A. Automatic derivation of kinematic equations for robotic manipulators on the bases of formalised description of their kinematic chains. The 9th International Forum on Strategic Technology (IFOST 2014), IEEE Computer Society. October 21–23, 2014, Bangladesh, pp.22–26.
3. Асланов В.С., Юдинцев В.В. Динамика систем твёрдых тел переменной структуры. Электронное учебное пособие. Самарский государственный аэрокосмический университет, 2010. Режим доступа: http://www.ssau.ru/files/education/uch_posob/ (Дата обращения 17.10.2015).
4. Яковлев А.С., Малышенко А.М. Программное обеспечение для автоматического формирования моделей кинематики в символьной и численной формах для механизмов с разомкнутыми кинематическими цепями и сочленениями третьего, четвертого и пятого классов. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013615109 от 28 мая 2013 г.

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ И ИХ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ

Мартемьянов Д.Б., Крутько С.К.

Омский государственный технический университет
helen-1994@mail.ru

Введение

Впервые термоэлектрические преобразователи появились в 1821 году и с того момента успешно используются как в быту, так и на производстве. На данный момент термопары зачастую применяются в автоматизированных системах управления и контроля. Например, термопары из вольфрам-рениевого являются самыми высокотемпературными контактными датчиками и поэтому не заменимы в металлургии для контроля расплавленного металла. Однако для успешного применения термопар на производстве следует учитывать в первую очередь их чувствительность.

Описание материалов для изготовления термопар

Материалы, применяемые для термопар, должны иметь однозначную зависимость термоЭДС от температуры; высокую стабильность термоэлектрических свойств, механическую прочность, химическую устойчивость. Для изготовления термопар используют главным образом металлы и их сплавы. Термопары из полупроводников характеризуются высокой чувствительностью, но имеют большое внутреннее сопротивление и малую механическую прочность, что определяет их ограниченное применение. Чувствительность термопар (S) зависит от температуры, и при температуре свободных концов, равной нулю, может быть найдена из выражения: $S = \alpha_1 + \alpha_2 T + \dots + (n - 1) T^n$. При малом диапазоне температур (в районе $t_0 = 0$ °C) чувствительность можно принять равной значению коэффициента Зеебека α_1 . Чувствительность для различных термопар составляет значение от единиц до десятков микровольт на градус. В таблице 1 приведены значения чувствительности для различных типов термопар.

НХС термопары	E	K	J	R	T	S
S , мкВ/К	61	40	52	6	41	6

Табл. 1. Чувствительность термопар

В области низких температур, примерно от -270 до 200°C, в основном применяются термоэлектрические преобразователи:

1. Медь – константан (НСХ – Т) – характеризуется большим разбросом характеристик (требуется индивидуальная градуировка) и понижением чувствительности при низких температурах. Чувствительность сильно уменьшается при низких температурах (с 40 мкВ/К

при температуре 0°C до 1,1 мкВ/К при температуре минус 269°C).

2. Медь – (золото + 2,1 % кобальта) – характеризуется сравнительно большой чувствительностью при низких температурах ($S = 3,5$ мкВ/К при $T = -269$ °C).

3. Медь – (медь + 0,005 % олова) – так же характеризуется сравнительно большой чувствительностью при низких температурах ($S = 5,7$ мкВ/К при $T = -269$ °C).

В области низких температур также применяются термопары, которые обычно используются при более высоких температурах: хромель – константан, хромель – копель, хромель – алюмель и др.

В области средних температур от 0 до +1800 °C применяются термопары как из благородных материалов, так и благородных:

1. Железо – константан (НСХ – J) – работают в вакууме и различных средах: инертных, окислительных, восстановительных. Чувствительность достигает 52 мкВ/К.

2. Хромель – константан (НСХ – E) – характеризуются высокой чувствительностью ($S = 61$ мкВ/К). Возможно применение в окислительных или инертных атмосферах, а также при минусовых температурах.

3. Хромель – копель (ТХК – L) – может использоваться в диапазоне температур от минус 200 оC до 600 °C. Применяются для измерения температуры неагрессивных и агрессивных газообразных и жидких сред.

4. Хромель – алюмель (ТХА – K) – чувствительность составляет 40 мкВ/К. Используется в окислительных и инертных средах.

5. Платинородий – платина (ТПП – R, S) – характеризуются чувствительностью $S = 6$ мкВ/К. Предназначены для непрерывной работы в окислительной и инертной среде.

И, наконец, в области высоких температур от 1600 до 3500 °C используются термопреобразователи типа А, то есть вольфрам-рениевые. Которые характеризуются чувствительностью S более 20 мкВ/К. Такие термопреобразователи чаще всего используются в металлургии для контроля температуры расплавленных металлов. В условиях высоких температур также применяются термопары из огнеупорных материалов (пары карбид титана- графит, карбид циркония- борид циркония). Чувствительность термопар из огнеупорных материалов достигает 70 мкВ/К, однако, их применение ограничено инертными и

восстановительными средами. Для измерения температуры расплавленного металла термопарами из благородных металлов используется метод, заключающийся в погружении термопары в металл на время, безопасное для ее работоспособности. При этом термопара на короткое время (0,4 - 0,6 с) погружается в контролируемую среду, и измеряется скорость нарастания температуры рабочего спая. Зная зависимость между скоростью нагрева термопары (ее тепловую инерционность) и температурной среды, можно рассчитать значение измеряемой температуры. Этот метод применяется для измерения расплавленного металла (2000 - 2500 С) и

газового потока (1800 С). Для контроля пламени и защиты от загазованности в газовых котлах термопары используются следующим образом - ток термопары, нагреваемой пламенем горелки, удерживает в открытом состоянии газовый клапан. В случае затухания пламени, ток термопары снижается, и клапан перекрывает подачу газа.

Так же чувствительность достаточно сильно зависит от температуры. Исходя из этого, одной из причин, по которой термопары Ки J-типа являются популярными, является то, что они имеют большие промежутки температуры, для которых возрастающий наклон чувствительности остаётся фактически постоянным (рис. 1)

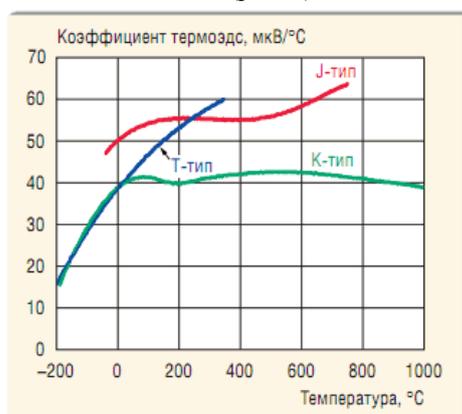


Рисунок 1 - Чувствительность термопары в зависимости от температуры

К преимуществам использования подобных устройств для контроля температуры, независимо от области применения, можно отнести:

- большой промежуток показателей, которые способны быть зафиксированы с помощью термопары;
- спайку термопары, которая непосредственно участвует в снятии показаний, можно расположить в непосредственном контакте с точкой измерения;
- несложный процесс изготовления термопар, их прочность и долговечность эксплуатации.

Заключение

Благодаря большому диапазону температур измерения термоэлектрическими преобразователями, данный способ нашел широкое применение в каждой отрасли промышленности, где необходимы измерения температур. Именно поэтому нужно учитывать материалы, из которых изготавливаются термопары, а также немаловажным фактором должна быть и их чувствительность. Важность того или иного требования в значительной степени зависит от условий работы термопары, ее назначения, области применения и т.д.

Список использованных источников

1. ГОСТ 6616-94. Преобразователи термоэлектрические. Общие технические условия. - М.ИПК Издательство стандартов, 1998г.
2. Рогельберг И.Л., Бейлин В.М. /Сплавы для термопар. //Справочник. М.: Металлургия, 1983, с.84-90
3. Крамарухин Ю.Е. /Приборы для измерения температуры. //М.: Машиностроение, 1990, с.106-110
4. Герашенко О.А. /Тепловые и температурные измерения. //Справочное руководство. К.: Накова думка, 1965, с. 194-202

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ДЛЯ МОНИТОРИНГА ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА НА НАЛИЧИЕ ВЗРЫВООПАСНЫХ И ЯДОВИТЫХ ГАЗОВ

Демичев А.П., Щелканов А.И.

Омский Государственный Технический Университет
purposeful92@mail.ru

Введение

Данная статья описывает принципы построения и испытания квадрокоптера, предназначенных для контроля и измерения легко воспламеняющихся газов (бутан, метан), опасным для жизни человека. В качестве примера приводится разработанный квадрокоптер, в котором используется литийно-полимерный аккумулятор, трех фазный безколлекторный двигатель и контроллер:

Ключевые слова: контроллер, безколлекторный двигатель ШИМ сигнал, акселерометр, гироскоп.

История развития беспилотного летательных аппаратов, квадрокоптеров

Многовинтовые вертолёты разрабатывались ещё в первые годы вертолётостроения. Недостатком этих аппаратов была сложная трансмиссия, передававшая вращение одного мотора на несколько винтов.

О летающем механизме под названием «квадрокоптер» впервые заговорили в 1922 году, когда в Дейтоне (США) поднялся в воздух вертолет с четырьмя винтами.

Впоследствии он совершил около 100 полетов, но в серийное производство так и не пошел: изобретение попросту опередило свое время – производить столь сложные летательные аппараты в ту пору было технологически нецелесообразно. Автор проекта Георгий Александрович Ботезат, несмотря на успех, к винтокрылым машинам больше не возвращался.

Вновь о квадрокоптерах вспомнили в 1950-х, однако дальше прототипов дело не продвинулось, хотя уже тогда их позиционировали как беспилотные аппараты. Несмотря на прохладное отношение со стороны большой авиации, квадрокоптеры снискали популярность среди авиамоделлистов: простота в постройке и наладке, возможность серийного изготовления простых и недорогих узлов для сборки, появление микроконтроллеров (упростивших управление) сделали их доступными каждому.

Из всех летательных платформ, таких как самолёты, вертолёты, средства на воздушной подушке – самыми дешёвыми и простыми в управлении и эксплуатации являются квадрокоптеры. Когда речь заходит о квадрокоптерах, большинство из нас представляет себе устройство с достаточно скромными характеристиками — скорее игрушку на радиоуправлении, чем что-то, достойное наименования «беспилотный летающий аппарат».

Квадрокоптер является беспилотным летательным аппаратом (БПЛА). Он представляет собой платформу с четырьмя двигателями, одна пара которых вращается по часовой стрелке, другая – против часовой стрелки. По сравнению с БПЛА вертолетного типа с несущим и рулевым винтами, квадрокоптеры обладают рядом преимуществ, таких как: надежность и простота конструкции, большая стабильность, компактность и маневренность, малая взлетная масса при существенной массе полезной нагрузки.

Современные квадрокоптеры используют электродвигатели и полимерные аккумуляторы в качестве источника энергии. Поднимаемый полезный груз моделями квадрокоптеров среднего размера и грузоподъемности от 500гр до 2-3 кг, что позволяет поднять в воздух небольшую видеокамеру и дополнительные устройства анализа.

Скорость полета квадрокоптера может быть самой разной - от нуля (неподвижное зависание в точке) до 70 км/ч. Запас энергии батарей позволяет отдельным моделям квадрокоптеров улетать на расстояние до 7-12 км.

На практике радиус действия (максимальное расстояние, на которое они способны улететь с последующим возвратом в точку взлета) обычно ограничено прямой видимостью (100—200 м при ручном управлении) либо дальностью действия аппаратуры радиоуправления. При этом лучшие образцы подобной аппаратуры, использующие усилители мощности радиосигнала и систему направленных антенн, способны обеспечивать стабильное радиоуправление и видеосвязь на расстоянии до 100 км.

Устройства и составные части квадрокоптера

Был разработан квадрокоптер на базе контроллера OpenPilot CC3D stm32, на который подключаются 4 регулятора оборотов двигателей на базе atmega 8 и 4 безколлекторных двигателя t motor mn1806 2300 kv, а для обеспечения бесперебойного питания используется батарея li-po 1800mAh.

Используется трех осевой высокопроизводительный гироскоп IDG-500 и трех осевой акселерометр ADXL345. Что способствует поддерживать БПЛА в полете, обеспечивая синхронность работы двигателей в зависимости от показаний датчиков, преобразовывать команды

оператора в изменения режимов работы двигателей.

Размещены все узлы на раме. Она сбалансирована жестко (чтобы выдерживать нагрузки) и упруго (чтобы гасить колебания и не рассыпаться при неудачном приземлении).

Для мониторинга воздушного пространства на наличие взрывоопасных и ядовитых для организма газов, и смесей используется датчик газа, построенный на базе газоанализатора MQ-2(напряжения питания: 5В, потребляемый ток: 160 мА) на рисунке 1, подключенный к контроллеру Atmega 328P на базе Arduino Nano, на рисунке 2.

Сигнал с датчика обрабатывается контроллером и отправляется на пульт к оператору.



Рисунок 1 - Газоанализатора MQ-2



Рисунок 2 - Arduino Nano

Заключение

Таким образом разработка квадрокоптера является весьма актуальной задачей, т.к. загрязнения воздуха различными вредными газами и смесями в наше время является одной из самых проблемных задач. Поэтому данный беспилотный летающий аппарат с датчиком газа, является мало затратный, легкий в управлении,

высокостабильный, прост в эксплуатации, что будет особенно актуально для определения вредных смесей и газов в воздухе, который вредит здоровью человека.

Список литературы

1. Денисенко В.В. ПИД-регуляторы: принципы построения и модификации – Современные технологии автоматизации. 2006. № 4. С. 66 – 74; 2007. № 1. С. 78 – 88.

2. Управление параметрами полета при движении по заданной траектории / С.А. Белоконов, Ю.Н. Золотухин// Автометрия-2012. №5. С 32-41.

3. Ю.С. Белинская, В.Н. Четвериков Управление четырехвинтовым вертолетом// Наука и образование-2012. С 157-171.

4. В.Е. Гантмахер, Н.Е. Быстров, Д.В. Чеботарев. Шумоподобные сигналы. Анализ, синтез, обработка. – М.: Наука и техника, 2005. – 400 с.

5. Hi-TechNews. Новости мира высоких технологий. Радиоуправляемый квадрокоптер. 7 июля 2011.

РАЗРАБОТКА ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ С ВОДЯНОЙ РУБАШКОЙ

Бутузов Д.В.

Научный руководитель: Тутов И.А.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
qwawedo@gmail.com

Введение

Несмотря на то что в настоящее время практически каждый может смоделировать реальный процесс, протекающий в какой-нибудь системе, учесть все его тонкости довольно сложно, и, в результате, методы, проверенные математическим моделированием, в соответствующих программных пакетах, получают неприменимыми в реальных условиях [1].

Чтобы изучить эффекты, возникающие в реальных условиях, и апробировать методы управления, была предложена идея создания стенда, имитирующего работу химического реактора [2].

Описание системы

Система (рис. 1) состоит из химического реактора (1), помещённого в ёмкость (2), называемую водяной рубашкой, контроллера, исполнительных устройств: регулирующих клапанов подачи горячей (3) и холодной воды (4), а также сливного клапана (5), датчиков температуры, расположенных в химическом реакторе (6) и в водяной рубашке (7).

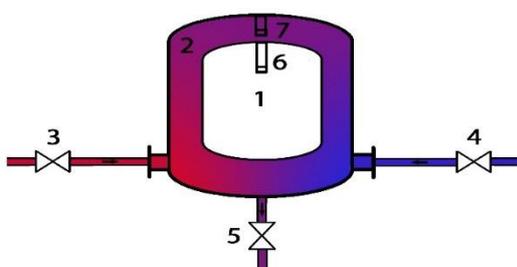


Рис. 1. Моделируемая система

В реакторе на химическом производстве проходит химическая реакция с поглощением или с выделением тепла, поэтому основной задачей разрабатываемой системы является поддержание температуры в реакторе на заданном значении путём закачки в ёмкость горячей или холодной воды. Для имитации этой установки и разрабатывался данный стенд.

Описание модели системы

Из-за ряда причин в модели пришлось отказаться от регулирующих клапанов, подающих горячую и холодную воду в водяную рубашку, поэтому в качестве исполнительного устройства

было принято использовать обогреватель, конструкция которого изложена ниже, а охлаждение реактора было реализовано посредством отдачи тепла в окружающую среду.

В качестве химического реактора в полунатурной модели используется стеклянная банка, наполненная водой. Она плотно закрыта крышкой, в которой проделано отверстие для датчика температуры, и помещена в пластиковый контейнер, также плотно закрытый крышкой и играющий роль водяной рубашки. По периметру в зазор между банкой и контейнером уложен обогреватель, собранный из резисторов, а на поверхности закреплён датчик температуры.

Обогреватель представляет из себя 4 последовательных сборки из 6 соединённых параллельно резисторов номиналом 2 Вт 51 Ом. Питается обогреватель от сетевого напряжения 220 В. Рассеиваемая в среде ёмкость будет равна:

$$P = \frac{U^2}{R_{\text{экв}}} = \frac{U^2}{R_6 \cdot 4} = \frac{U^2 \cdot 6}{R \cdot 4} = \frac{220^2 \cdot 6}{51 \cdot 4} = 1423,5 \text{ Вт,}$$

где R_6 – сопротивление одной сборки из 6 резисторов.

Из-за того, что не было найдено способа изолировать обогреватель без нарушения заявленных выше характеристик, в качестве нагреваемой среды в контейнере было принято решение использовать дистиллированную воду, т.к. она не проводит электрический ток

В ходе первичных испытаний обогревателя было установлено, что более тёплая вода подымается на поверхность, а холодная остаётся на дне, поэтому для равномерного нагрева всего объёма жидкости в контейнере было принято решение использовать насос. В качестве него подошёл омыватель стёкол на 12 В, перемешивающий нагреваемую жидкость.

В качестве средств измерения (СИ) температуры были использованы датчики температуры LM335Z в корпусе ТО-92 (рис. 2а) [3]. Датчики были откалиброваны по эталонному СИ, усажены в термоусадку (рис. 2б) и помещены в стеклянную банку, имитирующую химический реактор, и в контейнер с нагреваемой жидкостью, имитирующий водяную рубашку химического реактора.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ КИНЕМАТИКИ РАЗОМКНУТЫХ МАНИПУЛЯЦИОННЫХ МЕХАНИЗМОВ

Яковлев А.С.

Научный руководитель: Малышенко А.М., д.т.н., профессор
Томский политехнический университет, Институт кибернетики
alex yakovlev90@gmail.com

Разрабатываемые на сегодняшний день манипуляционные роботы имеют огромное значение в развитии современного производства. Среди всей совокупности задач, связанных с кинематикой, наибольший интерес на сегодняшний день имеют обратные задачи. В отличие от прямых задач, решение которых обусловлено необходимостью разработки моделей механизмов манипуляционных роботов, решение обратных задач необходимо для формирования алгоритмов управления подобными механизмами. Основопологающей целью при решении обратных задач является достижение заданного в пространстве положения. Для решения данной проблемы приходится сталкиваться с такими задачами, как планирование положений и движений робота, идентификация его кинематических характеристик. В [1] сформулирован способ описания кинематических цепей роботов, позволяющий идентифицировать их кинематические характеристики в весьма компактной форме. Использование формализованного описания обусловлено удобством представления всех необходимых данных о кинематике механизма в компактной форме, удобной для дальнейшей обработки программными средствами с целью решения задач кинематики.

Исследование алгоритмов решения обратной задачи кинематики и разработка программ для

автоматизированного решения таких задач, имеет огромное значение для как для проектирования новых моделей роботов, так и для разработки алгоритмов управления ими.

В данной работе описывается разработанное ранее универсальное программное средство для формирования траекторий движения манипуляционных роботов. Решение подобных задач играет огромную роль в компьютерной анимации, а также моделировании алгоритмов управления различными механизмами и прочими шарнирными объектами.

Способы решения обратной задачи кинематики представляют собой методы для вычисления положения через оценивание в отдельности каждой индивидуальной степени свободы с целью решения поставленной задачи с заданными ограничениями. Как уже было упомянуто целью решения обратной задачи является правильное планирование движений робота для достижения заданного положения. Традиционно, при отсутствии препятствий выбирают кратчайшую траекторию. Однако, даже при отсутствии каких-либо ограничений для формирования траектории движения робота, возникают сложности при решении алгоритмов достижения цели.

Работа разработанного программного приложения представлена на рисунках 1-2.

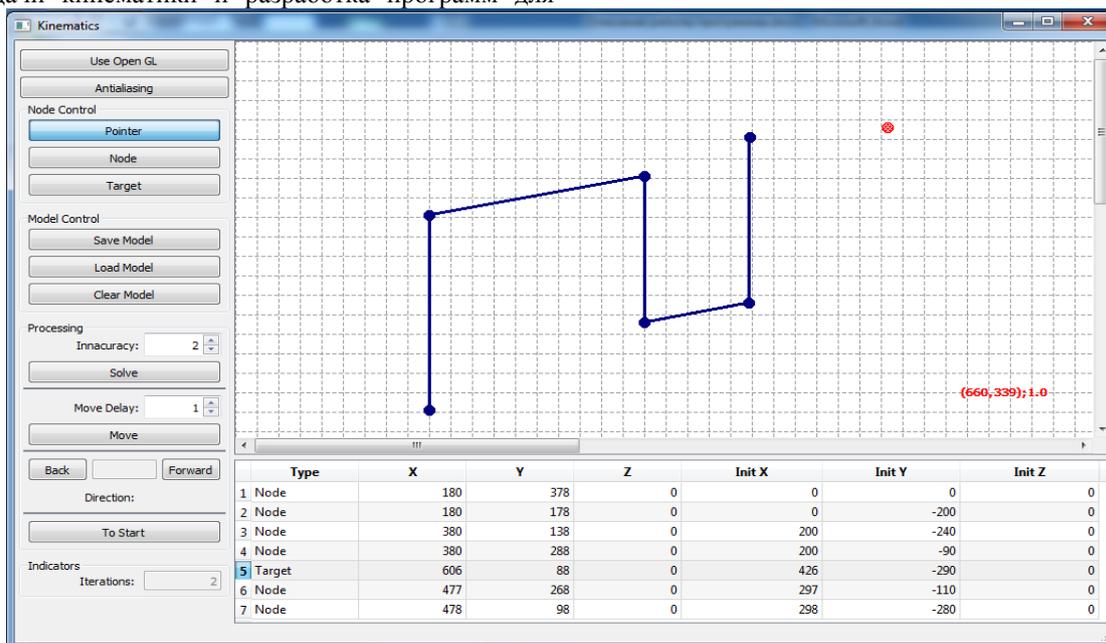


Рисунок 1 - Интерфейс программы – Исходное положение механизма

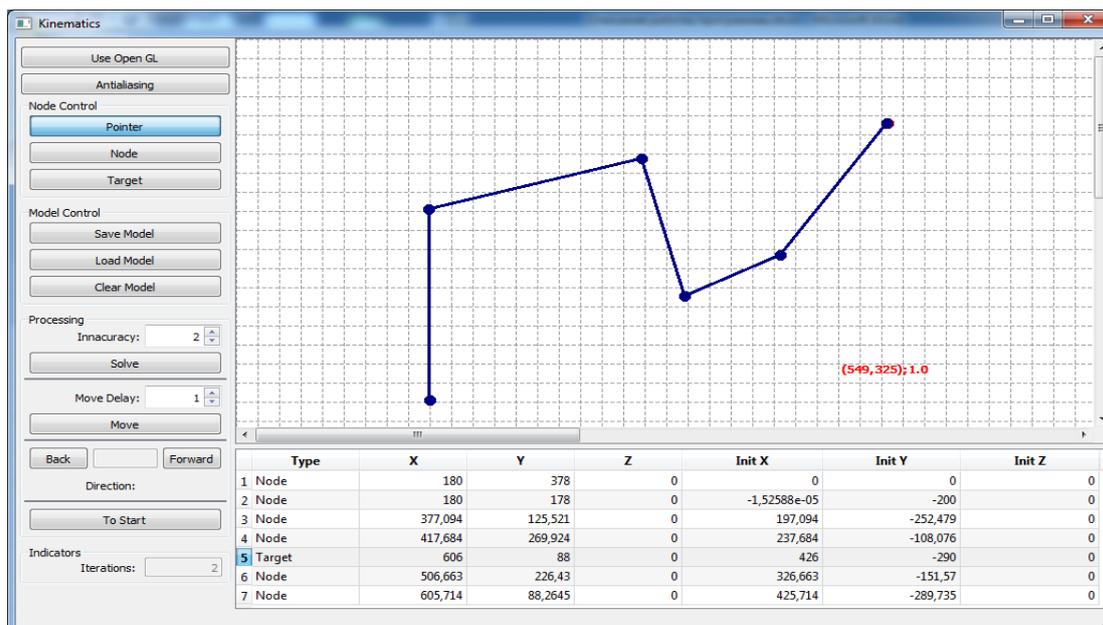


Рисунок 2 - Интерфейс программы – Положение механизма в целевой точке

На рисунках 1 и 2 представлены изначальное и конечное положения механизма. Для поиска решения обратной задачи необходимо нарисовать кинематическую схему механизма (звенья механизма соединятся вращательными сочленениями) и отметить целевую точку. Далее алгоритм определяет оптимальную (кратчайшую) траекторию достижения целевой точки и выполняет анимированное движение.

Для поиска оптимального решения в процессе разработки программного обеспечения было проанализировано множество способов решения обратных задач кинематики, таких как Jacobian Transpose, Damped Least Squares (DLS), алгоритм пошагового циклического координатного спуска (Cyclic Coordinate Descent (CCD) algorithm), а также серия методов, в основе которых лежит алгоритм Ньютона.

Основная проблема решения обратной задачи связана с решением системы нелинейных уравнений. С целью избегания трудоемкого поиска решения системы нелинейных уравнений было принято решение использовать алгоритмический подход прямого и обратного движения, так называемый метод FABRIK [2]. Используемый метод является итерационным и использует прямые и обратные итерационные смещения характеристических точек, определяя позицию каждого сочленения через положение на линии.

Программное приложение было реализовано на языке C++ с использованием кроссплатформенного инструментария для создания графического интерфейса QT. Программирование с использованием библиотек QT предоставляет мощные расширения для языка C++. К тому же программная среда разработки распространяется на условиях свободной лицензии GPL 3.0 или LGPL 2.1, что является весьма

значительным преимуществом, повлиявшим на выбор инструментария.

Набор инструментов разработанного программного средства включает в себя следующие управляющие модули:

1. Node control. Данный модуль предназначен для построения кинематической схемы механизма в виде набора узлов, представляющих собой вращательные сочленения.

2. Model control. Вспомогательный модуль, обеспечивающий возможность сохранения и загрузки построенной модели робота.

3. Processing. Здесь задаются параметры вычислений.

Вывод

Таким образом, было проанализировано множество подходов и методик решения поставленной задачи, выбран и программно реализован наиболее подходящий метод. Уже на данном этапе программное средство позволяет применять данный подход для планирования положений и движений произвольного робота с разомкнутой структурой. А визуализация движений манипулятора в значительной степени экономит время на отладку программного обеспечения для управления роботом.

Литература

1. A. Yakovlev, Obtaining manipulators kinematic models from its formalised description// 2015 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON), IEEE Computer Society, May 21–23, 2015, Omsk, pp. 38–42.
2. A. Aristidou, J. Lasenby, FABRIK: A fast, iterative solver for the Inverse Kinematics problem// Graphical Models vol. 73, 2011, pp. 243–260.

РАЗРАБОТКА РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПО СИСТЕМЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ – АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

Бологов А. А.

Научный руководитель: Каранкевич А.Г.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
bologov.andrey.94@mail.ru

Введение

Современный электропривод представляет собой конструктивное единство электромеханического преобразователя энергии (двигателя), силового преобразователя и устройства управления. Он обеспечивает преобразование электрической энергии в механическую в соответствии с алгоритмом работы технологической установки. Сфера применения электрического привода в промышленности, на транспорте и в быту постоянно расширяется. В настоящее время уже более 60% всей вырабатываемой в мире электрической энергии потребляется электрическими двигателями. Современный этап развития привода характеризуется массовым переходом от нерегулируемого электропривода к регулируемому на основе достижений в области силовой и управляющей электроники. Большое разнообразие объектов, приводимых в движение электроприводом, широкий диапазон мощности и скорости вращения, трансформация совокупности требований к электроприводу в каждом конкретном применении приводит к соответствующему разнообразию структурных, конструктивных, схемотехнических решений, применяемых в различных электроприводах.

Асинхронные двигатели наиболее часто применяются в промышленности и на транспорте из-за своей простоты и надёжности. Однако, эффективное управление ими представляет собой довольно сложную задачу и требует создания специальных систем управления.

Для большинства массовых применений приводов (насосы, вентиляторы, конвейеры, компрессоры и т.д.) требуется относительно небольшой диапазон регулирования скорости (до 1:10, 1:20) и относительно низкое быстродействие. При этом целесообразно использовать классические структуры скалярного управления. Переход к широкодиапазонным (до 1:10000), быстродействующим электроприводам станков, роботов и транспортных средств, требует применения более сложных структур векторного управления.

Целью данного проекта является разработка регулируемого электропривода производственного механизма индивидуального или стандартного изготовления с регулированием скорости при помощи преобразователя для лабораторного стенда. Тип силовой схемы электропривода: преобразователь частоты – асинхронный двигатель [1].

Разработка структурной схемы проектируемого устройства

Структурная схема проектируемой системы показана на рисунке 1 [2, 3].

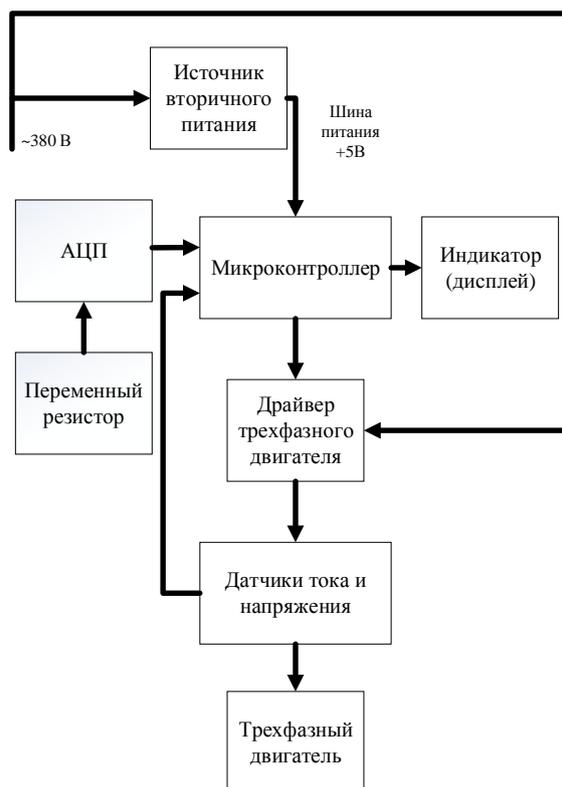


Рисунок 1 - Структурная схема системы

Для большего понимания устройства работы схемы, необходимо пояснить принцип работы каждого блока, его назначение, чтобы ориентироваться на дальнейший выбор конкретных типов устройств и их параметров.

Блок источника вторичного электропитания. Блок устройства, предназначенного для обеспечения питания электроприборов электрической энергией путём преобразования энергии других источников питания. В качестве другого источника выступает сеть переменного напряжения 380В.

Блок микроконтроллера. Специальная микросхема, предназначенная для управления различными типами электронных устройств. Микроконтроллер имеет в своём составе процессор, память, ПЗУ и периферию внутри одного корпуса. В создаваемой системе предполагается использовать микроконтроллер как устройство управления асинхронным двигателем. Управление будет происходить, благодаря внешнему воздействию от переменного резистора. При помощи АЦП снимаем

показания с резистивного делителя, которые преобразуются в двоичный код для микроконтроллера, и сравниваются со значениями с датчиков. После математических операций в микроконтроллере над значениями происходит регулирование частоты оборотов двигателя.

Блок индикатора (дисплея). Электронное устройство, предназначенное для визуального отображения цифровой, цифробуквенной или графической информации электронным способом. Дисплей, используемый для системы, отображает значение, вычисляемые микроконтроллером на основе показаний с резистивного делителя.

Блок драйвера трехфазного двигателя. Драйвер трехфазного двигателя представляет собой мощную схему питания обмоток двигателя, регулирующей действующее напряжение на них.

Блок трехфазного двигателя. Асинхронный электродвигатель осуществляет вращение по/против часовой стрелки с определенной частотой вращения, в зависимости от приходящего сигнала с микроконтроллера.

Блок АЦП. Устройство, преобразующее входной аналоговый сигнал с переменного резистора в двоичный код для микроконтроллера.

Блок датчиков тока и напряжения. Электронное устройство, предназначенное для измерения значений тока и напряжения с обмоток асинхронного двигателя.

Блок переменного резистора. Электрический аппарат, служащий для регулировки напряжения путём получения требуемой величины сопротивления.

Моделирование работы асинхронного двигателя

Целью моделирования является построение характеристик зависимости угловой скорости вращения электродвигателя от времени при пуске, а также определение перерегулирования, и времени переходного процесса. Сначала выполняется моделирование на простой модели с прямым пуском асинхронного двигателя АИС160L6 для проверки параметров, а затем на модели с преобразователем частоты [4].

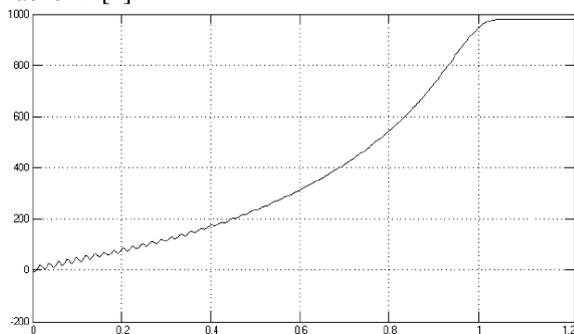


Рис. 2. График скорости вращения двигателя при прямом пуске

График (рис. 2) показывает параметры скорости вращения двигателя в зависимости от времени моделирования. Из графика видно, что время

переходного процесса моделирования немного превышает 1 секунду, а перерегулирование отсутствует. Это вполне удовлетворяет условиям быстрейшего действия системы электропривода при прямом пуске. После разгона через 1,05 секунды двигатель выходит на свою номинальную скорость работы 978 об/мин. В начале пуска двигателя наблюдается незначительное колебание скорости.

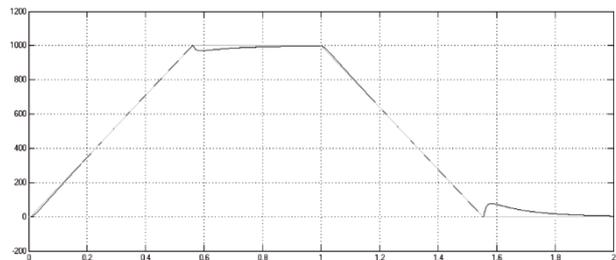


Рисунок 3 - График скорости вращения двигателя с преобразователем

Анализируя график скорости двигателя (рис. 3), можно сделать следующие выводы: ко времени 0,6 с после пуска двигателя скорость вращения двигателя достигает установившегося значения 980 об./мин, что полностью соответствует поставленной задаче по условию адекватности системы; затем на времени 1 с начинается процесс торможения двигателя, после чего скорость уходит в ноль ко времени 1,8 с. Система является устойчивой, значение колебательности отсутствует.

В целом по всем представленным графикам и произведенному моделированию наблюдается преимущество использования системы управления двигателем ПЧ-АД. Сокращается время запуска двигателя и возможность регулировать скорость.

Заключение

К концу 2015 г. планируется создание конечного продукта – системы регулирования электропривода по системе преобразователь частоты - асинхронный двигатель. На данный момент уже произведены все расчёты, необходимые для работоспособности системы, составлено техническое задание, выполнен его анализ и привлечены все необходимые силы, средства и ресурсы.

Литература

1. Дементьев Ю. Н., Чернышев А. Ю., Чернышев А.И. Электрический привод: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 224 с
2. Чернышев А. Ю., Кояин Н. В. Проектирование электрических приводов: Учебно-методическое пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005. – 120 с.
3. «Контроллер асинхронного двигателя». Каталог принципиальных схем. [Электронный ресурс]. Режим доступа: свободный. Ссылка на ресурс: <http://kazus.ru/shemes/showpage/0/843/1.html>
4. Черных И. В. Моделирование электротехнических устройств в MatLab, SimPowerSystem и Simulink. - М. ДМК Пресс; Питер, 2008. - 288 с.

РАЗМЕЩЕНИЕ ВЕЩЕСТВЕННОГО ИНТЕРВАЛЬНОГО ДОМИНИРУЮЩЕГО ПОЛЮСА САУ С ИНТЕРВАЛЬНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ МЕТОДОМ ДЕЛЕНИЯ ПОЛИНОМОВ

Хожаев И.В.

Научный руководитель: Гайворонский С.А.
Томский политехнический университет, Институт кибернетики
ivh1@tpu.ru

1. Введение

В связи с расширением областей применения систем автоматического управления (САУ) особую актуальность приобретает задача обеспечения желаемого качества работы САУ в условиях изменяющихся параметров технологического процесса.

Данная задача может быть решена за счет размещения полюсов САУ с интервальными параметрами в соответствии с требованиями к качеству управления. Размещение может осуществляться согласно принципу доминирования: часть полюсов – доминирующие полюса – будут задавать качество переходного процесса; остальные полюса – свободные – при этом должны быть расположены так, чтобы их влияние на переходный процесс было минимальным [1].

2. Постановка задачи

Пусть интервальный характеристический полином (ИХП) исследуемой системы имеет вид:

$$D(s) = \sum_i a(\bar{K}, \bar{q}) \cdot s^i,$$

где \bar{K} – вектор параметров регулятора; \bar{q} – вектор интервальных параметров системы. Представим ИХП системы в следующем виде:

$$D(s) = A(s, s_0) \cdot B(s, \bar{K}, \bar{q}) + R(\bar{K}, \bar{q}),$$

где s_0 – доминирующий полюс системы.

Очевидно, что доминирующий полином $A(s, s_0)$ определяет положение доминирующего полюса системы; свободный полином $B(s, \bar{K}, \bar{q})$, являющийся результатом деления $D(s)$ на $A(s, s_0)$, определяет положение всех прочих полюсов; $R(\bar{K}, \bar{q})$ – остаток от этого деления.

Таким образом, для обеспечения желаемого расположения полюсов системы необходимо добиться устойчивости полинома $B(s, \bar{K}, \bar{q})$ и равенства остатка $R(\bar{K}, \bar{q})$ нулю.

Сформулируем окончательно цель и задачи данного исследования. Цель работы – разработать методику нахождения значений параметров ПИД-регулятора, обеспечивающего заданное расположение вещественного интервального доминирующего полюса и областей локализации

свободных полюсов системы. Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач:
– найти зависимость между параметрами системы и коэффициентами свободного полинома;
– найти зависимости между коэффициентами регулятора, обеспечивающие равенство нулю остатка от деления полиномов.

3. Алгоритм синтеза ПИД-регулятора

Воспользуемся интервальным аналогом выражений, изложенных в [1] для вычисления значений коэффициентов свободного полинома:

$$[b]_i = [b]_{i+1} + [a]_{i+2} \cdot [s_0], i \in n-1 \dots 0, \quad (1)$$

где b – коэффициенты свободного полинома; a – коэффициенты характеристического полинома системы.

Для вычисления остатка $R(\bar{K}, \bar{q})$ воспользуемся следующим выражением:

$$R(\bar{K}, \bar{q}) = \sum_{i=0}^m a_i \cdot [s_0]^i = D([s_0]). \quad (2)$$

Сформулируем алгоритм синтеза ПИД-регулятора по интервальному аналогу [1].

Для применения разработанной методики необходимо иметь следующую информацию о системе:

- ИХП системы, коэффициенты которого зависят от параметров регулятора, интервальных и постоянных параметров системы;
 - значения интервальных параметров системы;
 - желаемые значения корневых или прямых показателей качества переходного процесса.
- Алгоритм синтеза ПИД-регулятора сформулируем следующим образом:

1. Исходя из желаемых значений показателей качества задать интервал доминирующего полюса.
2. На основе выражения (2) вычислить зависимость значений остатка соответствующих левой и правой границ доминирующего полюса от параметров регулятора.
3. Приравняв полученные зависимости к нулю, получить систему уравнений.
4. Решив данную систему, получить зависимости между коэффициентами ПИД-регулятора, обеспечивающие желаемое расположение доминирующего полюса.
5. Воспользовавшись выражением (1), вычислить коэффициенты свободного полинома.
6. провести D-разбиение для свободного полинома и выбрать значение одного из параметров ПИД-регулятора.

7. Вычислить значения остальных параметров по зависимостям из п.4.

5. Числовой пример

Пусть в системе управления четвертого порядка используется ПИД-регулятор

$$W_{PID}(s) = K_p + K_i \cdot s^{-1} + K_d \cdot s,$$

где K_p, K_i, K_d – коэффициенты регулятора. В таком случае, ИХП системы имеет вид:

$$D(s, K_p, K_i, K_d, \bar{a}) = a_3 \cdot s^4 + a_2 \cdot s^3 + (K_d + a_1) \cdot s^2 + (K_p + a_0) \cdot s + K_i,$$

где \bar{a} – вектор параметров системы, при этом

$$a_3 = 0.1; a_2 = [2; 3]; a_1 = [30; 50]; a_0 = [0.4; 1].$$

Ставится задача обеспечить в системе длительность переходного процесса в интервале 1.5-2 с. Такая задача предполагает размещение доминирующего полюса на вещественной оси в интервале $[-2.1; 2]$; остальных полюсов – левее прямой $\text{Re}(X) = -5.5$.

Для решения этой задачи воспользуемся выражением (2) и определим зависимости значений остатка для левой и правой границы доминирующего полюса от параметров регулятора. Приравняв полученные выражения к нулю, получим систему:

$$\begin{aligned} -2.1 \cdot K_p + K_i + 4.41 \cdot K_d + 203.08 &= 0 \\ -2.0 \cdot K_p + K_i + 4.0 \cdot K_d + 95.6 &= 0 \end{aligned}$$

Решив эту систему, получим зависимости между параметрами регулятора, обеспечивающие желаемое расположение доминирующего полюса:

$$\begin{aligned} K_i(K_p) &= 1.0244 \cdot K_p + 952.99 \\ K_d(K_p) &= 0.2439 \cdot K_p - 262.15 \end{aligned} \quad (3)$$

Подставив полученные зависимости в ИХП системы, рассчитаем с помощью выражения (1) коэффициенты свободного полинома. Проведя для свободного полинома подстановку $s \rightarrow -5.5 + j\omega$, построим D-разбиение в четырех вершинах параметрического многогранника, соответствующих полиномам Харитонова. В результате получим четыре кривых D-разбиения в плоскости параметра K_p .

Из полученного отрезка устойчивости (1400;2100) выберем значение K_p . Пусть $K_p = 1850$, тогда согласно (3), $K_i = 2848$, $K_d = 189.065$. Расположение полюсов системы с такими параметрами регулятора и переходная характеристика в одной из вершин параметрического многогранника показаны на рис. 2.

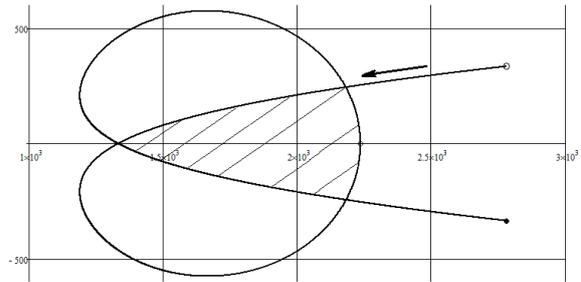


Рисунок 1 - Кривая D-разбиения в одной из вершин параметрического многогранника

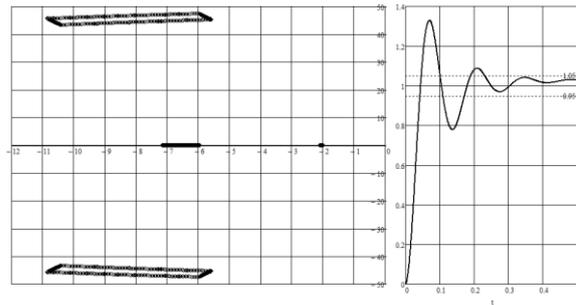


Рисунок 2 - Характеристики полученной системы

6. Заключение

Разработанная методика позволяет задавать качество переходного процесса, размещая желаемым образом один доминирующий интервальный вещественный полюс.

Работоспособность методики продемонстрирована на примере – полюса системы размещены желаемым образом, нужное качество переходного процесса обеспечено.

Существенный недостаток разработанной методики – излишнее огрубление модели системы, которое выражается в минимум однократном сведении неопределенности коэффициентов к интервальному типу. В дальнейшем данный недостаток будет устранен применением метода выпуклых оболочек [2] вместо D-разбиения при исследовании области устойчивости свободного полинома.

Литература

1. Khozhaev I. V. Linear time invariant system pole placing by polynomial division method [Electronic resources] // Современные техника и технологии: сборник трудов XX международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 3 т., Томск, 14-18 Апреля 2014. - Томск: ТПУ, 2014 - Т. 2 - С. 313-314. - Mode of access: http://www.lib.tpu.ru/fulltext/c/2014/C01/V2/C01_V2.pdf
2. Б.Т. Поляк, П.С. Щербаков Робастная устойчивость и управление. – М.: Наука, 2002. – 303 с.

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ КЛИМАТА ТЕПЛИЦЫ

Петровская С.П., Осипова К.А.

Научные руководители: Яковлева Е.М., Казьмин В.П.
Томский Политехнический Университет, Институт кибернетики
kao3@tpu.ru

Введение

В соответствии со сложившейся политической и экономической ситуацией в России, обусловленной введением продуктового эмбарго, основными из которых являются овощи и фрукты, актуальным становится развитие агробизнеса в нашей стране.

Технология выращивания многих растений в закрытом грунте требует поддержания благоприятного микроклимата, для чего необходим ежедневный, а иногда и ежечасный контроль. На сегодняшний день широко распространены гидравлические системы контроля климата в теплице, однако, данный метод позволяет только однократно открывать или закрывать форточку при конкретном значении температуры, пользователь такой системы не имеет возможности самостоятельно контролировать условия в парнике и менять значения требуемой температуры.

Целью данной работы является разработка системы автоматического регулирования параметров климата в теплице, в основу которой положено программирование микроконтроллера.

Для поддержания необходимых климатических условий в теплице и комфортной работы пользователя, разрабатываемая система должна выполнять следующие задачи:

1. Для вентилирования парника с помощью управляющего устройства – ИК-пульта;
2. Снятие показаний температуры и влажности, вывод их на цифровой дисплей;
3. Контроль и регулирование климата в автоматическом режиме.

Проектирование системы

Чтобы реализовать поставленные задачи, была смоделирована функциональная схема системы, изображенную на рисунке 1.



Рисунок 14 - Функциональная схема

Проблемы при проектировании

При работе с микроконтроллером могут возникнуть проблемы с проектированием системы

в целом, а также непосредственно с программированием микроконтроллера на языках низкого уровня. Для избежания затруднений подобного рода и упрощения процесса разработки системы используются аппаратно-вычислительные платформы на базе микроконтроллеров, выбор которых осуществляется по соответствующим требованиям к платам расширения и микропроцессорным модулям, примером таких микроконтроллеров может служить Arduino. Программным обеспечением, необходимым для разработки платформ такого рода, является код, написанный на C-подобном языке высокого уровня.

Для реализации системы была использована плата Arduino Uno, обладающая собственным процессором, памятью и 20 контактами, с помощью которых были подключены остальные устройства системы, указанные в Таблице 1.

Таблица 1

Устройство	Обозначение	Вид выходного сигнала	Характеристики
Датчик температуры и влажности	DHT11	Цифровой	Температура: 0..+50°C. Влажность: 20%-90%
Серводвигатель	MG 995	Цифровой	Угол поворота – 180 градусов Крутящий момент 9 кг/см Рабочее напряжение 4,8-7,2В
ИК датчик	VS1838B	-	Несущая частота: 38 кГц;
Четырехразрядный семисегментный индикатор	4 – Bit LED Digital Tube Module	-	Напряжение питания: 3-5В

Моделирование

Для моделирования данного проекта был использован программный пакет Fritzing, который позволяет наглядно представить схему соединения всех устройств и сгенерировать принципиальную схему (Рисунок 2) и печатную плату системы.

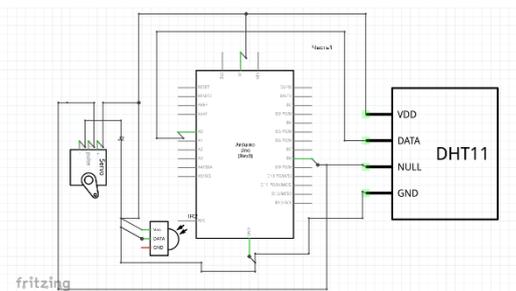


Рисунок 15 - Принципиальная схема

Описание алгоритма работы системы в автоматическом режиме

Входной величиной, на основе которой осуществляется регулирование климата, является температура, показатели которой поступают на микроконтроллер с датчика температуры и влажности, он в свою очередь в автоматическом режиме работы системы снимает показания с интервалом времени 20 минут. Перед процессом изменения положения форточка с магнитного датчика движения, который прикреплен к раме и окну, поступает логический сигнал («0» или «1») на плату, чтобы отследить положение форточка в данный момент. Плата выступает в качестве сравнивающего устройства, который позволяет сравнить снятые показания с заданными климатическими условиями, необходимыми для роста растений, и подает сигнал на объект управления - серводвигатель, регулирующий открытие и закрытие окна теплицы. Если полученные показания удовлетворяют заданным климатическим условиям, на двигатель подается нулевой сигнал. Если же зафиксированные данные не соответствуют заданным, то в случае повышенной температуры серводвигатель поворачивает на требуемый угол по часовой стрелке исполнительный механизм – механическую систему, при пониженной температуре – на требуемый угол против часовой. Таким образом, выходной величиной данной системы является угол поворота сервопривода. После снятия показаний температуры и влажности через плату сигнал поступает на четырехрядный семисегментный индикатор, управляющей величиной которого является напряжение 5 В, что позволяет пользователю наблюдать за климатическими условиями теплицы.

Описание алгоритма работы системы в автоматизированном режиме

Реализация данного режима для системы осуществима при помощи ИК – пульта, сигнал с которого поступает на ИК – датчик, который преобразует входной сигнал от нажатия кнопки и передает его на плату. Далее программа, загруженная на микроконтроллер, обрабатывает полученный сигнал и воспроизводит алгоритм, соответствующий нажатой кнопке.

Каждой кнопке соответствует определенный алгоритм:

«1» - поворачивает плечо серводвигателя против часовой стрелки на требуемый угол;

«2» - поворачивает плечо серводвигателя по часовой стрелке на требуемый угол;

«3» - однократно фиксирует показания датчика температуры и влажности, выводит их на четырехрядный семисегментный дисплей;

«4» - переводит систему в автоматический режим.

Заключение

В современных условиях данная система конкурентоспособна за счет своей адаптивности. Реализуемая система может быть усовершенствована при добавлении датчика давления, который позволит снимать показания давления и производить регулирование климата на основе еще одного параметра. Датчик света позволит регулировать уровень солнечных лучей, поступающих в теплицу, а датчик влажности может послужить основой для автоматического полива растений.

В настоящее время стали популярны проекты, осуществляющие автоматическое управление в квартире всевозможными энергетическими и водными ресурсами, именуемые «Умный дом». Поэтому реализуемая система может стать базой такого проекта, а именно, осуществлять функции кондиционера, но при этом оставаться менее энергозатратной, иметь меньшие габаритные размеры и обладать меньшей себестоимостью. При использовании датчиков света, система позволит регулировать включение или выключение света в комнате, а датчик движения позволит регулировать открытие и закрытие дверей.

Список используемых источников

1. Джереми Блюм Exploring Arduino: БХВ – Петербург, 2015г – 336с.
2. Амперка Вики. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www//amperka.ru/> (Дата обращения 10.09.2015)
3. А. А. Воронов Теория автоматического управления: Теория линейных систем автоматического управления – М: Высшая школа, 1986г – 367с.
4. А. А. Воронов Теория автоматического управления: Теория линейных и специальных систем автоматического управления – М: Высшая школа, 1986г – 504с.
5. Чарльз Платт Электроника для начинающих: БХВ –Петербург, 2012г – 480с.

НАВИГАЦИЯ АВТОНОМНЫХ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Катков В.В., Теплюк А.Д., Дмитриев И.О.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
vkv-8@mail.ru

Введение

В настоящее время мобильные робототехнические системы все чаще находят применение в самых различных отраслях. Всё больший интерес для людей представляют не только промышленные мобильные роботы, но и роботы, созданные как для помощи людям – роботы-пылесосы, роботы-поводыри, так и для развлечения – роботы-собаки, квадрокоптеры. Последние же способны участвовать даже в некоторых строительных работах. Например, они могут связать верёвочный мост, выдерживающий вес нескольких людей. Также службы безопасности возлагают большие надежды на развитие автономных устройств, способных без усталости выполнять задачи слежения и поиска.

Основными проблемами таких мобильных аппаратов, перемещающихся без помощи человека, остается навигация и продолжительность работы от одного заряда батареи. Ведь в идеале такие роботы должны без проблем перемещаться в малознакомой или незнакомой местности.

Исходя из вышеописанных проблем, целью исследования является поиск наиболее универсального и точного способа навигации с наименьшим энергопотреблением.

Схемы навигации мобильных роботов

Существует три основных схемы навигации робота.

Глобальная навигация – определение абсолютных координат робота, при движении по длинным маршрутам. Используется GPS, ГЛОНАСС. Обладает высокой точностью (погрешность 1-3 м). Недостаток – невозможность использования в зданиях.

Локальная навигация – определение текущего положения робота, относительно некоторой точки, обычно стартовой. Например, позиционирование по сотовым сетям. Актуально для роботов, выполняющих задания в пределах заранее известной области. Недостаток – низкая точность (погрешность может достигать 150 м).

Персональная навигация – определение роботом частей собственной конструкции и взаимодействие с ближайшими объектами, что актуально для роботов с манипуляторами на борту. Например, использование энкодеров, ориентация по меткам, движение вдоль линии и т.п. Недостаток – отсутствие гибкости системы.

Наиболее перспективной идеей является хранение в памяти робота полной карты местности. Лучший результат дают трехмерные карты, но их хранение и обработка бортовой системой робота

требует очень больших вычислительных ресурсов и энергии [1].

Сейчас проводится множество исследований по обучению автономных мобильных роботов методам самостоятельного построения карт. Пока эти исследования не имеют серьезных практических воплощений в системах реального времени. Следует отметить, что главное препятствие заключается не столько в слабости алгоритмов, сколько в относительно медленных бортовых процессорах. В связи с этим необходимо вспомнить об облачных технологиях, популярность которых растет с каждым годом.

Облачные технологии

Облачные технологии – это среда для хранения и обработки информации, которая объединяет в себе лицензионное программное обеспечение, каналы связи и аппаратные средства [2]. Говоря более простым языком, это компьютерные ресурсы и мощности, которые предоставляются пользователю как интернет-сервис. Из основных достоинств можно выделить следующие.

Облачные технологии позволяют экономить на приобретении, поддержке, модернизации программного обеспечения и оборудования. Все это осуществляет провайдер услуг.

Масштабируемость, отказоустойчивость и безопасность – автоматическое выделение и освобождение необходимых ресурсов в зависимости от потребностей приложения.

Удаленный доступ к данным в облаке – работать можно из любой точки на планете, где есть доступ в сеть Интернет.

Разумеется, назревает вопрос: какие перспективы может предложить применение облачных технологий в робототехнике?

Облачные технологии для навигации мобильных роботов

Для навигации в пространстве бортовая система робота должна уметь строить маршрут, задавать угол поворота колес и скорость их вращения, правильно интерпретировать сведения об окружающем мире, получаемые от датчиков и постоянно отслеживать собственные координаты.

Задача построения карты заключается в хранении описания окружающей среды, чтобы в будущем робот мог определить своё местоположение на карте. Эта карта используется для планирования возможной траектории движения или выбора наиболее оптимальной позиции для захвата какого-либо объекта.

Задачи построения карты и планирования маршрута могут быть выполнены заранее. Они не

требуют решения в реальном времени, поэтому их можно перенести в облако, что существенно понизит энергопотребление и стоимость самого робота.

Облачные вычисления предлагают совершенно иначе посмотреть на задачи совместной работы роботов. Например, обмен данными при создании общей карты или кооперативное планирование для выполнения общей задачи может быть легче достигнуто на базе централизованной архитектуры, располагающей мощными вычислительными возможностями. Это поможет роботам лучше и быстрее определять свое местоположение и сведет к минимуму потребление вычислительных и энергетических ресурсов. Оказавшись в некоторой точке пространства, например, в пределах одной комнаты, робот изучает окружающий мир посредством различных датчиков и отправляет полученные данные в облако для их обработки и хранения. Другому роботу, который позже окажется в этой же точке пространства, уже не нужно ожидать обработки данных в облаке, так как они уже готовы и всё, что остается, – просто загрузить их. Становятся очевидными преимущества такого подхода: роботы смогут обмениваться накопленной информацией об окружающем мире друг с другом, разработчики роботов смогут больше внимания уделять массе, размерам и надежности роботов, а не оснащать их мощными бортовыми компьютерами.

Следует иметь в виду, что различные роботы могут по-разному воспринимать и обрабатывать информацию. Поэтому для максимального раскрытия потенциала такого подхода, необходимо обозначить определенные требования: постоянный доступ к сети интернет, ввод определенных стандартов применительно к проектированию мобильных роботов, разработка безопасной облачной платформы с эффективной системой поиска в базе данных, а также высокая скорость доступа к ней. Недавно в Европе стартовал подобный проект под названием RoboEarth, использующий данную технологию.

RoboEarth

RoboEarth позволяет роботам делиться знаниями через централизованную базу знаний, и данный подход позволяет избегать дублирования информации и обмениваться только новыми знаниями[3]. Однако, чтобы использовать потенциал этого подхода в полной мере, требуется не только централизованное хранение знаний, а также и единые принципы обработки информации, что и является облачными вычислениями для роботов. И в этом ему должен помочь проект Rapyuta.

Rapyuta

Проект Rapyuta создан для того, чтобы восполнить данный пробел, предоставляя недостающую часть в облачной инфраструктуре

для роботов. Rapyuta предоставляет облачную платформу, в которой роботы могут создавать вычислительные среды, чтобы выполнять тяжелые вычисления. Эти вычислительные среды могут либо функционировать в качестве отдельного облака для отдельного робота, либо совместно использоваться несколькими роботами. Кроме того, вычислительные среды, имеют высокую скорость доступа к базе данных RoboEarth, что позволит процессам получать быстрый доступ к знаниям. Как отмечают создатели проекта, Rapyuta наиболее полезен для выполнения таких сложных задач, как составление карты окружающего пространства, навигация и распознавание голосовых команд.

Заключение

Применение облачной технологии в будущем позволит разработчикам роботов не ограничиваться жестко определенными зонами деятельности своих творений. Роботы смогут быстрее адаптироваться к окружающему миру. Отказ от дорогих вычислительных мощностей на борту сделает роботов более «долгоиграющими», дешевыми и, следовательно, более доступными, а использование интернет-соединения будет стимулировать повышение качества беспроводной связи. Конечной целью проекта является создание программного обеспечения «облачного» сервиса с широкой базой данных об объектах и явлениях реального мира.

Список использованных источников

1. Журнал PC Week/RE № 9 от 16.04.2004 г., стр. 52; № 10 от 23.04.2004 г., стр. 53; № 11 от 30.04.2004 г., стр. 45. Автор: Бобровский Сергей
2. Портал компании “EFSOL” [Электронный ресурс]. – URL: <http://efsol.ru/technology/cloud-technology.html> (Дата обращения 2.10.2015)
3. Интернет-портал “RoboCraft”. [Электронный ресурс]. – URL: <http://robocraft.ru/blog/robosoft/2879.html> (Дата обращения 29.09.2015)

ИНСТРУМЕНТЫ ПОДДЕРЖКИ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ РЕИНЖИНИРИНГЕ СИСТЕМ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Зебзеев А.Г., Рыбаков Е.А.

Научный руководитель: д.т.н. Малышенко А.М.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
zebzeevag@gmail.com

Эффективная эксплуатация большинства технологических объектов, действующих на предприятиях нефтегазодобычи (НГД), невозможна без применения автоматизированных систем диспетчерского управления (АСДУ). Как известно, добыча нефти и газа ведется с различных участков месторождений, зачастую удаленных друг от друга. Значительная удаленность объектов ограничивает организацию на всем производственном комплексе высокоскоростной системы передачи данных. Одновременно с этим постоянно повышаются требования к быстродействию систем управления, что приводит к необходимости проведения реинжиниринга АСДУ. Следует отметить, что при реинжиниринге АСДУ и обосновании выбора программно-технического комплекса (ПТК) проектные организации, как правило, не проводят детализированный расчет сетевых трафиков, т.к. вид и необходимость указанных расчетов не определены требованиями к проектным работам, а соответственно не существует типовых методик таких расчетов. В связи с этим, реинжиниринг происходит в отсутствие всех необходимых данных и решение о составе работ принимается чаще всего интуитивно.

Рассмотренные проблемы определяют необходимость применения различного рода способов и инструментов при организации реинжиниринга, включающих в себя как решение задач эффективного управления сетевыми трафиками при реализации АСДУ, так и решение расчетных задач обоснования выбора ПТК при проектировании.

Методы управления сетевыми трафиками подробно рассмотрены в [1]. Однако анализ необходимости и возможности применения указанных методов требует точного расчета характеристик системы.

Проектная стадия реинжиниринга состоит из разнесенных во времени этапов и вовлекает в себя исполнителей различных профессий, а также взаимодействие с Заказчиком и множеством сторонних организаций, в т.ч. государственных органов [2]. Жизненный цикл проекта состоит из основных этапов: формирования и согласования с заказчиком Задания на проектирование (ЗП), обследования объекта и проведения инженерных изысканий (ИИ), разработки общих проектных решений (ОПР), выполнения проектной документации (ПД) и получения положительного заключения государственных органов и

экспертизы (ГЭ), выполнения рабочей документации (РД) и ведения авторского надзора за реализацией объекта (АН). Каждая стадия проекта (ОПР, ПД, РД) проходит тщательную проверку и согласование различных подразделений Заказчика (Check).

Дерево процессов проектирования представляет собой вид, показанный на рис. 1. Стадии непосредственно создания проекта изображены затененными фигурами.

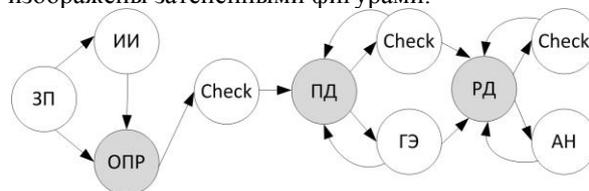


Рисунок 1 - Дерево процесса проектирования

Наиболее важным расчетным параметром при проектировании, влияющим на характеристики всей системы, является объем автоматизации. Объем автоматизации корректируется на каждом из этапов проектных работ в процессе проработки решений, а также на основании замечаний эксплуатирующей организации или сторонних организаций. Поэтому требования к характеристикам системы могут изменяться на разных стадиях проекта, что требует пересчета соответствующих показателей программного и технического обеспечения, а также изменения структуры системы.

При разработке проектной документации проведение необходимых расчетов, например, в ОАО «ТомскНИПИнефть» ранее происходило ручным способом, что подразумевало сбор и перенос информации из разных источников. В условиях отсутствия достаточного количества времени при расчетах характеристик оборудования применялись упрощенные методики. Выполнение данных операций также приводило к появлению ошибок, вызванных человеческим фактором. Очевидно, что решением этой проблемы являлась автоматизация проектных процедур с использованием специализированных программных инструментов.

С этой целью был разработан ряд программ, позволяющих автоматически рассчитывать объем автоматизации на различных стадиях проекта. Стоит отметить, что в ОАО «ТомскНИПИнефть» широко используются графическая среда разработки чертежей «AutoCAD» и офисное приложение для работы с таблицами «MS Excel».

Поэтому оптимальным решением являлось программное обеспечение (ПО), позволяющее работать совместно с данными приложениями.

Стоит отметить, что на ранней стадии проекта, когда отсутствуют подробные технические решения, расчет объемов автоматизации может выполняться на основании объектов-аналогов. С этой целью в ОАО «ТомскНИПИнефть» ведется и пополняется библиотека объемов автоматизации технологических объектов, учитывающая уникальные требования, такие как: класс автоматизации, опыт конкретного Заказчика или завода-изготовителя блочных установок, особенности протекания процессов конкретного месторождения, используемый тип данных параметров и т.д. База данных ведется с использованием специальных файлов-шаблонов, созданных в «MS Excel», что позволяет дополнять и редактировать данные любому специалисту, знакомому с офисным приложением. С целью автоматизированной обработки сформированной базы данных была разработана программа «Signals Constructor». Она позволяет в интерактивном режиме формировать необходимую информацию посредством выбора типов и количества производственных объектов, их атрибутов (см. рис 2), рассчитывать необходимый объем трафика системы, а также требования к передаче данных в различных режимах опроса.

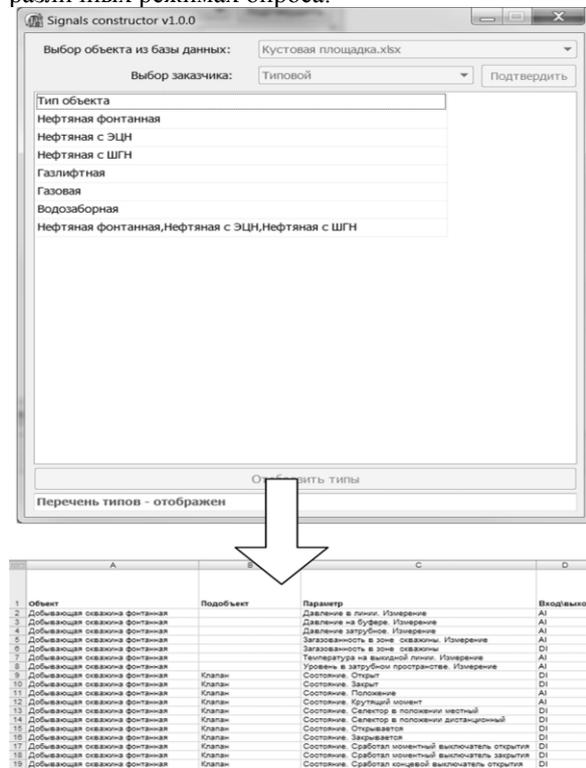


Рисунок 2 - Вывод данных ПО «Signals Constructor»

На основании количественных требований к системе производится выбор ПТК АСДУ.

На более поздних стадиях проектирования технические решения прорабатываются более

подробно и детально отображаются в виде схем графического пакета «AutoCAD»: схем автоматизации, принципиальных электрических схем и схем внешних проводок. С целью интеграции решений «AutoCAD» с продуктами «MS Office» была разработана программа «Scheme Auto Reporter» («SAR»). ПО «SAR» позволяет в автоматизированном режиме корректировать перечень сигналов для уточнения расчетов, проводимых на ранних стадиях проекта. Принцип автоматизации основывается на том, что для получения информации в требуемом виде необходимо предварительно внести данные о сигналах и их атрибутах в специализированные блоки «AutoCAD», которые поставляются с программой (см. рис. 3).

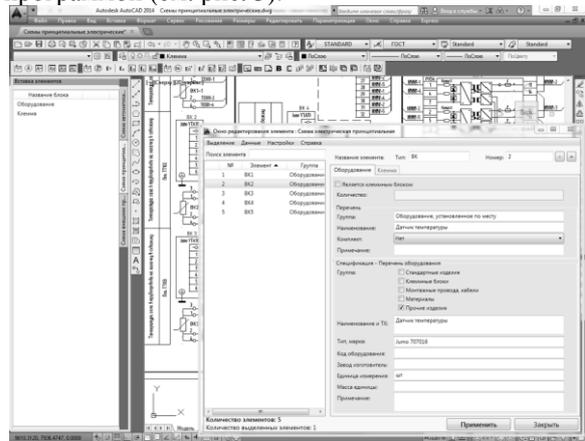


Рисунок 3 - Интерфейс ПО «SAR» в среде «AutoCAD»

На основе внесенной в блоки информации формируются детальные перечни и необходимые отчеты, используемые при разработке проектной документации. В случае изменения объемов автоматизации и характеристик проектируемой системы пересматриваются решения по выбору ПТК систем связи и АСДУ.

Заключение. Разработанные программные инструменты поддержки проектного этапа реинжиниринга систем диспетчерского управления позволяют автоматизировать расчеты количественных и качественных характеристик проектируемых систем. Применение формализованных методик при расчетах позволяет принимать обоснованные решения при выборе программно-технического комплекса.

Список литературы

1. Kuzenkov V. Resource Leveling in the Project Design Process by Petri Net Using/ V. Kuzenkov, A. Zebzeev, E. Gromakov// Advanced Materials Research, Volume 905, 2014, P. 752-756.
2. Зebzeev A.Г. Алгоритм определения апертур телеизмерений в системах диспетчерского управления нефтедобычей/ А.Г. Зebzeev// Прикаспийский журнал. Управление и высокие технологии. – 2015. – №3. С. 167-185.

СИСТЕМЫ СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ SEMANTIC WEB

Терехин Д.Э.,

Научный руководитель: Тузовский А. Ф.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
terdened@mail.ru

Введение

Сегодня системы ситуационного управления широко применяются в различных сферах человеческой деятельности. Они используются в качестве механизма принятия управленческих решений в условиях частичной или полной неопределенности.

Для реализации ситуационного управления необходимо описывать ситуации, определить класс ситуации, к которым они относятся и формировать действия для конкретных классов ситуаций. При этом используются такие понятия, как [1]: *Текущая ситуация* – совокупность всех сведений о структуре объекта управления и его функционировании в данный момент времени; *Полная ситуация* – совокупность, состоящая из состояний, знаний о состоянии системы управления в данный момент и знаний о технологии управления. Часто каждая полная ситуация относится к одному конкретному управляющему воздействию.

Ввиду конечности управляющих воздействий, все множество полных ситуаций разделяется на N классов. Для приведения текущей ситуации к полной, требуются некоторые процедуры классификации [1].

Модель описания ситуации

Принципиальным положением ситуационного управления является вывод Д.А. Поспелова о том, что уникальность объекта управления требует для его описания специальных языковых средств, отличных от формальных математических моделей [1]. При этом большая часть информации может быть выражена средствами естественного языка (ЕЯ) и переведена на формальный язык семиотической модели, специально разработанной для ситуационного управления. Таким образом, в основе описания ситуации лежит представление о ней в сознании человека. Одной из особенностей этого представления является его структурированность, т.е. представление ситуации в виде совокупности объектов, имеющих определенные имена, между которыми установлены отношения. Д.А. Поспелов указывает 11 таких отношений (включая пространственные, временные, количественные, каузальные и прочие) [3]. В ряде задач управления описание ситуации на базе нечетких представлений включает в себя описание физических и абстрактных объектов, событий и пространственно-временных отношений между ними. Как известно, человек оценивает эти

отношения с помощью психофизиологических шкал, обусловленных объективными свойствами соответствующих рецепторов.

Язык ситуационного управления (ЯСУ) представленный в [1] состоит из словарей базовых понятий, отношений, действий, оценок, квантификаторов, модификаторов, имен и модальных операторов. Данные словари должны быть достаточно полными и отражать все стороны объекта управления и способов управления им, для создания полноценной системы СУ.

В настоящее время активно развиваются технологии Semantic Web, основанные на использовании онтологий и набора языков для работы с ними. В качестве основы онтологической модели ситуационного было взято ядро онтологии SAW (Situation awareness) [2], показанное на рис. 1.

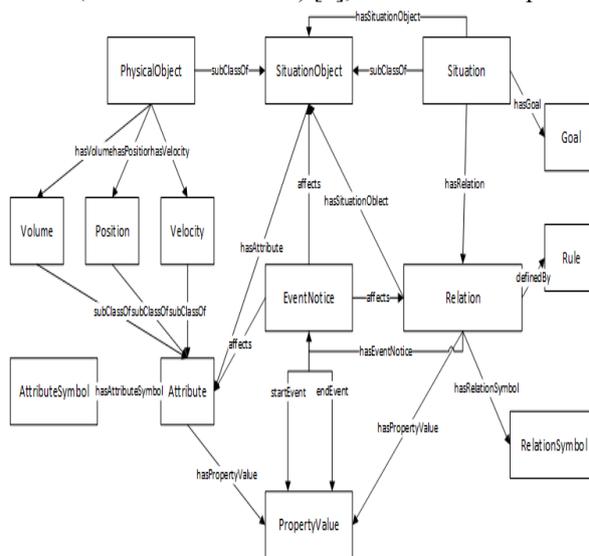


Рисунок 1 - Схема расширенной онтологии описания ситуаций SAW

Данная онтология предназначена для общего описания ситуаций. Создание онтологии выполнялось с учетом ряда потребностей описания ситуаций для выполнения СУ. Во-первых, было необходимо описывать не только объекты и их отношения, но также и изменение их параметров во времени. Во-вторых, требовалось учитывать причинно-следственные связи изменений объектов и отношений для предоставления возможности их обоснования. В-третьих, использование данной онтологии не должно требовать слишком больших вычислительных ресурсов (памяти, скорости обработки), так как она предназначена для реализации в рабочей системе.

Структура системы СУ

Ниже приведено описание основных модулей предлагаемой системы, решаемые ими задачи и архитектура, адаптированная к использованию технологий Semantic Web:

Входной блок. Подразумевается, что существует некая система датчиков, собирающая данные из внешнего мира и передающая их на вход системы. Задача модуля – преобразовать данные в общепринятую модель описания ситуации и передать эту модель на вход анализатора.

Анализатор. После преобразования данных в общую модель системы, ситуация поступает на вход анализатора. Задачами которого являются определение необходимости вмешательства управляющего воздействия в систему, и попытка идентифицировать класс ситуации.

Может случиться, так что в какой-то момент времени, система не нуждается в управляющем воздействии. К примеру, если поставленные ей задачи были выполнены. Или же текущее состояние системы полностью удовлетворяет условиям задачи управления. Поэтому на первом этапе работы анализатора определяется необходимость управляющего воздействия.

Если была обнаружена необходимость управляющего воздействия, то работа системы переходит на второй шаг анализатора, где выявляются частные случаи. Анализатор содержит в себе детекторы, позволявшие проанализировать модель на наличие частных случаев полных ситуаций. Здесь – каждый из детекторов отвечает за один единственный класс полной ситуации. И возвращает одно из двух значений логической переменной (true/false).

Может сложиться, когда в ситуации одновременно присутствуют несколько классов, и данная ситуация требует дальнейшего исследования. Тогда требуется передать управление классификатору, который позволяет вычислить приоритеты классов.

Классификатор. Задача классификатора – определить класс ситуации в трудных условиях. Здесь трудность классификации заключается в неопределенности отношений признаков к классам. Так же следует учитывать приоритеты классов ситуаций.

На данном этапе выявляются значения принадлежности ситуации к классу. Однако может сложиться так, что не самый приоритетный класс ситуаций будет иметь наибольшее значение соответствия. Поэтому здесь также следует учитывать влияние приоритетов.

Каждая полная ситуация имеет свои характерные признаки. Для их выявления используются детекторы, которые вычисляют значение наличия признака в текущей ситуации в нечетком множестве. Таким образом, для решения задачи классификации требуется вычислить

значения признаков и по ним определить значение принадлежности текущей ситуации к одной из полных ситуаций, для которых существуют готовые решения.

Детектор представляет собой один или несколько запросов на языке SPARQL с последующей логикой преобразования их результатов в нечеткое множество. Это позволяет получить сведения о состоянии системы вне зависимости от сложности интерпретации данных. Собранные данные являются вектором значений от 0 до 1, где 0 – это полное отсутствие признака в текущей ситуации, а 1 – это полное его наличие.

Теперь для классификации ситуации требуется соотнести классы с характерными им признаками. Для этого следует учесть особенности системы и приоритеты классов. Затем полученное значение признака умножается на коэффициент принадлежности признака к текущей ситуации. Далее значения требуется сложить.

В результате получаем список классов с весами. Класс с наибольшим весом является результатом работы Классификатора и поступает на вход Коррелятора.

Коррелятор. Задача коррелятора заключается в выборе управляющего воздействия основываясь на классе и модели конкретной ситуации.

Коррелятор содержит конечное множество управляющих воздействий, и набор логик для вычисления управляющего воздействия, для каждого из классов ситуаций. Каждое из таких вычислений может сходиться к 1 или более управляющему воздействию. Логика работы коррелятора полностью зависит от прикладной задачи, однако все же можно выделить общую структуру.

Таким образом, на выходе работы системы получается управляющее воздействие, направленное на выполнение поставленных целей.

Заключение

Надежность решений такой системы зависит от полноты осведомленности о ситуации, корректности логики вычисления управляющего воздействия для конкретного класса ситуации и правильности распределения коэффициентов принадлежности признаков к классам с учетом приоритетов классов. Последняя задача является наиболее сложной, что требует дальнейшего исследования и определения наилучшей методики распределения коэффициентов.

Список использованных источников

1. Поспелов Д. А. Ситуационное управление: Теория и практика – М: Наука 1986. – 228 с.
2. Christopher J. Matheus, Mieczyslaw M. Kokar, Kenneth Baclawski. A Core Ontology for Situation Awareness, 2003
3. Ющенко А.С., Ситуационное управление и робототехника, 2007

АЛГОРИТМ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ РЕДУКЦИЕЙ СКОРОСТИ В ANSYS MAXWELL

Кремлёв И.А., Гилев В.А., Зеленин М.В.

Научный руководитель: Леонов С.В., к.т.н, доцент
Томский политехнический университет, Институт кибернетики
ivankremlyov@mail.ru

В последнее десятилетие становятся все более популярными специальные программные комплексы для расчета параметров электромагнитных полей. Одним из мощнейших инструментов для решений этой задачи является программа Maxwell от компании Ansys. ANSYS Maxwell — это ведущее программное обеспечение для моделирования двумерных и трехмерных электромагнитных полей, используемое для исследования и проектирования двумерных и трехмерных моделей, датчиков, трансформаторов, двигателей и других электромеханических и электрических устройств различного применения. Она базируется на методе конечных элементов (Finite Element Method — FEM) и точно рассчитывает гармонические, а также статические электрические и электромагнитные поля и переходные процессы в полевых задачах. [1]

Данная работа связана с исследованием синхронных реактивных двигателей с электромагнитной редукцией скорости. Электродвигатели с электромагнитной редукцией скорости используются в основном в машинах, работающих на основе зубцовых гармоник, например, в составе электропривода антенн космических аппаратов. Исследование динамических режимов работы подобного класса электрических машин невозможно без использования специализированного программного обеспечения, обладающего возможностями моделирования трехмерных магнитных полей и расчетом его интегральных характеристик. Суть работы данного типа двигателей заключается в том, что электродвигатель состоит из статора с полюсами, на внутренней поверхности которых присутствуют зубцы, m -фазная обмотка, которая выполнена в виде $2 \cdot p$ -тр катушек (где p - число пар полюсов), которые размещены на полюсах. Также содержит коммутационный аппарат, и безобмоточный зубчатый ротор, по окружности которого расположены короткозамкнутые витки из немагнитного и высоко-токопроводящего материала. Эти витки расположены на зубцах ротора таким образом, что при повороте ротора под каждым полюсом статора находится не менее одного витка. [2]

У такого типа электродвигателей можно выделить следующий недостаток: в короткозамкнутой обмотке, которая пересекает магнитное поле первой гармоники, и при

синхронной скорости вращения ротора появляется ток, который вызывает некоторые потери. Это связано с тем, что тип ротора, так называемая, "беличья клетка" определяет характер протекания тока в роторе, а от этого зависит как магнитное насыщение стали ротора при нагрузке, так и электрические потери энергии в нем. И в итоге, все это снижает энергетические показатели двигателя. Также недостатком данного типа электродвигателей можно назвать то, что происходит значительное снижение стабильности частоты вращения ротора из-за пульсации вращающего момента, вследствие чего возникают такие явления, как сильная вибрация и шум, которые вызваны низкочастотными колебаниями.

Учитывая недостатки, первостепенной задачей является электромагнитный анализ двигателя, который успешно может быть выполнен с использованием возможностей дополнения RMXprt. ANSYS RMXprt — программа, которая ускоряет процесс оптимизации и проектирования вращающихся электрических машин. В ней используется метод эквивалентной магнитной цепи для вычисления рабочих характеристик машины и классическая аналитическая теория электрических машин, что позволяет намного быстрее проанализировать модель и дать результат [3].

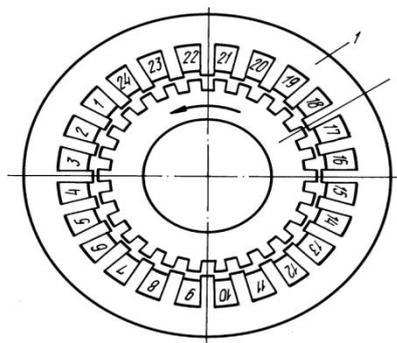


Рисунок 1 - Модель двигателя

Вопрос исследования магнитного поля электрических машин, часто затруднен задачей точного описания геометрии магнитной системы. В программной среде Maxwell в составе библиотеки RMXprt есть возможность точного описания особенностей геометрии зубцовой зоны и рассчитать кривые тока, ЭДС и электромагнитного момента с учетом гармонических составляющих

(рис.1). При описании геометрии магнитной системы есть возможность поддержки систем автоматизированного проектирования, т.е. модель может быть выполнена в любом САД-приложении, например, в SolidWorks.

Далее для расчета двигателя были определены свойства материалов всех твердотельных объектов в составе магнитной системы. При проведении теоретических исследований установлено, что неправильный подбор материалов искажает картину электромагнитного поля, что естественно влияет на результаты расчета.

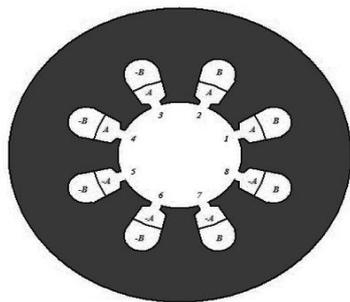


Рисунок 2 - Расположение обмотки

Итогом нашей работы стало исследование следующих характеристик синхронного реактивного электродвигателя с электромагнитной редукцией скорости: потребляемая мощность, коэффициент полезного действия, номинальные скольжение, вращающий момент, скорость и данных по электрическому состоянию обмоток ротора и статора (рис.2).

Анализируя влияние геометрических характеристик электродвигателя на его внешние статические характеристики, были определены варианты наиболее эффективного исполнения зубцовой зоны с позиции снижения пульсаций электромагнитного момента. При этом меняли следующие параметры зубцовой зоны: высота и ширина зубца, число витков в пазу, форма паза, свойства материалов магнитопровода ротора. На рисунке ниже представлена картина электромагнитного поля ротора.

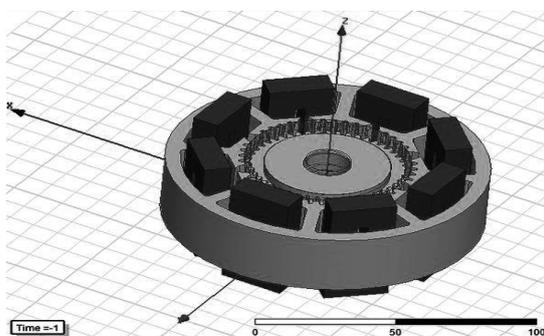


Рисунок 3 - Модель двигателя в программе Ansys Maxwell

В целом, использование RMXprt позволило сократить время исследования режимов работы синхронного реактивного электродвигателя в части автоматизированной обработки данных. В тех случаях, когда требуется перейти от аналитического к более точному решению для детального рассмотрения процессов, происходящих внутри машины, ANSYS RMXprt позволяет перейти от виртуальной модели к двумерной или трехмерной полевой в ANSYS Maxwell 2D/3D.

Список литературы:

1. Неофициальный сайт программы ANSOFT Maxwell [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ansoft-maxwell.narod.ru/>
2. Пат. 2006142 РФ. Н 02 К 19/06. Синхронный двигатель с электромагнитной редукцией частоты вращения / К.Г. Новоселов, Е.Б. Баталов; Оpubл. 1986.
3. RMXprt. Общая информация [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://cae-expert.ru/product/rmxprt>
4. Леонов С.В. Федянин А.Л. Муравлев О.П. Статическая модель герметичного синхронного двигателя дискового типа с магнитосвязанными полюсами. Известия ТПУ Выпуск № 4 / том 312 / 2008.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ S-ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ДОСТОВЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Залевский А.А., Зинченко М.В.

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, РТФ
zalevskiy.aleksey@gmail.com

Введение

В настоящее время разработчики электрических схем используют множество различных моделей, для достижения соответствия результатов моделирования и результатов измерений. И чем достоверней модель, тем более быстро происходит процесс проектирования. В этой статье приведены основные виды используемых моделей, и указаны их достоинства и недостатки. И с учетом существующих вычислительных способностей компьютеров, приведен максимально достоверный способ проектирования на основе использования структур, созданных на основе s-параметров.

Недостаток основной концепции проектирования

Основным недостатком классической концепции проектирования является отсутствие точных моделей, по которым результаты измерения совпадали бы с желаемыми. Из-за этого приходится выполнять итерационный процесс измерения параметров проектируемого макета, а затем изменение модели, так что бы характеристики по модели совпали с макетом. После изменения модели изменяем макет и если результаты снова не совпали, цикл выполняется снова. Наличие достоверных моделей является важным фактором при правильном проектировании. Но не существует универсальной модели, например, для всех конденсаторов. Так как конденсатор — это не только элемент, обладающий емкостью, а так же множеством паразитных параметров. При чем, они не постоянны даже в частотной области, и с увеличением частоты порядок эквивалентной электрической схемы увеличивается. Поэтому, когда добиваемся соответствия модели элементу, то модель перестает быть универсальной.

Максимально достоверные модели

Преимущество универсальных моделей в том, что у нее всего лишь один параметр, изменяя который характеристика этой модели должна соответствовать характеристикам конкретного компонента. И при этом характеристики являются непрерывными функциями этого параметра, что позволяет использовать все возможные алгоритмы оптимизации для этих моделей. Но их главный недостаток в том, что после измерений реальных параметров не наблюдается полного соответствия моделированию.

Если мы хотим максимального соответствия, то модель должна быть конкретного элемента. Такие модели приводит фирма изготовителя. Самые

распространенные модели на основе s-параметров. При этом параметры приводятся для каждого номинала, каждого тип-размера, каждого типа керамики. Получается очень много моделей, и поэтому каждая точно характеризует определенный элемент. Качество модели будет определяться точностью ее измерения. У таких моделей нет изменяемых параметров и использовать их в оптимизации нельзя.

Использование моделей на s-параметрах

Так как модели на s-параметрах снимались с конкретного компонента, то не приходится задумываться о неучтенных эффектах связанных с протеканием токов высокой частоты. Результат их действия уже учтен в s-параметрах. Из-за того, что s-параметры — это большая таблица со значениями на каждой частоте, использование их требует больше арифметических действий для построения результата моделирования, чем при использовании простой частотно зависимой функции. Но это необходимые вычислительные затраты, если нужно максимальное правдоподобие. Поэтому моделирование на блоках s-параметров является актуальной задачей. В AWR Design Environment есть Wizard iFilter, который позволяет только рассчитать спроектированный фильтр на реальных компонентах. И в нем нет коррекции и оптимизации, учитывающие не идеальность компонентов.

Структура s-параметров

Для достоверного и быстрого проектирования нужна структура, содержащая s-параметры каждого имеющегося компонента. У структуры должен быть параметр, изменяя который менялась бы вся модель на s-параметрах. AWR Design Environment позволяет создавать файл формата mdf, в который можно записать данные и каждым данным назначить свое значение переменной. Предлагаемый мною способ проектирования заключается в том, чтобы создать структуру содержащую все возможно используемые s-параметры. Это даст возможность быстрого переключения между различными моделями на s-параметрах. И каждому значению переменной структуры будет соответствовать конкретный компонент. Не нужно будет окончательной подстройки значения номинала под существующий ряд, как это необходимо делать при использовании обычной модели после оптимизации.

Создание структур s-параметров

Для примера создадим структуру s-параметров для проектирования фильтра на пассивных элементах. В наличии имеется набор конденсаторов и катушек индуктивностей от производителя Murata. Найдем на сайте производителя соответствующие s-параметры и выберем из них те, которые соответствуют имеющимся компонентам. Процедура создания mdf файла в AWR Design Environment не автоматизирована, поэтому создать mdf файл с небольшим содержанием можно вручную. А если у нас 20 и более различных компонентов, то напишем простую программу для работы с файлами. Описание написания этой программы не входит в эту статью, но алгоритм довольно простой. Копируем и перемещаем данные из каждого файла с s-параметрами в определенное место в одном файле.

Пример использования

После создания двух структур для конденсаторов и катушек индуктивностей, спроектируем фильтр на этих элементах. Требование к фильтру приведено в таблице 1.

Таблица 2- Требования к фильтру на LC компонентах

Тип фильтра	Верхних частот
Частота среза, МГц	123
Ослабление в полосе пропускания, дБ	Не более 3
Ослабление в полосе частот от 0 до 80 МГц, дБ	Не менее 35
Волновое сопротивление, Ом	50
КСВ на частоте среза	1,4

Топология заранее определена. На рисунке 1 представлена принципиальная электрическая схема на структурах.

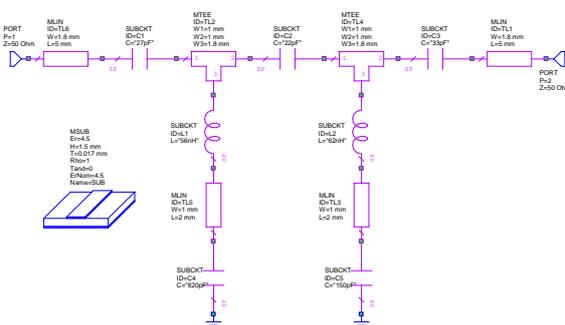


Рисунок 1 - Принципиальная электрическая схема фильтра

Помимо сосредоточенных компонентов добавлены микрополосковые линии для учета влияния контактных площадок. Материал подложки FR-4, толщина 1,5 мм. Для запуска процесса оптимизации выбираем возможность изменения параметра у всех структур и занесём

требования к фильтру в параметры оптимизатора. Так как для оптимизатора структура с параметрами является дискретной функцией с произвольными значениями, то не все виды алгоритмов оптимизации можно использовать. Вот в этом заключается недостаток этого метода. Необходимо проверять каждую модель без определенного закона. Но в настоящее время эта проблема не столь велика так, как современные вычислительные способности компьютеров достаточны, для быстрого перебора всех параметров. Результат оптимизации и измерения собранного фильтра представлен на рисунке 2.

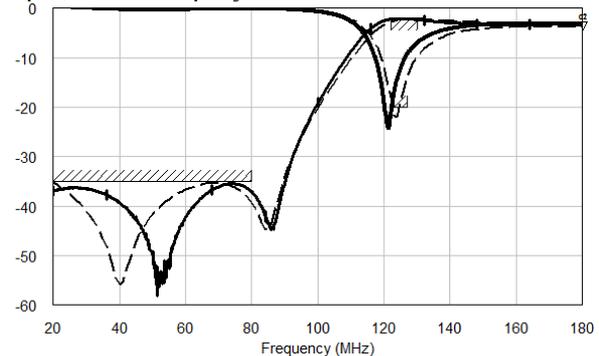


Рисунок 2 - Зависимости параметров S11 и S21у реального и спроектированного (пунктирная линия) фильтра

Заключение

В результате проделанной работы получены структуры, с помощью которых можно максимально правдоподобно моделировать. Приведен пример проектирования схемы на этих структурах и спаян фильтр по полученным номиналам. По измеренным параметрам можно сказать, что соответствие практически полное. За исключением области частот, на которых большое затухание, возможно это связано с методикой измерения или неточной калибровки оборудования. В дальнейшем планируется попробовать создавать собственные модели s-параметров, для достижения абсолютного сходства измеренных параметров и проектируемых.

Список использованных источников

1. Джонс Дж. К. Методы проектирования. — М.: Мир, 1986. 326с.
2. Устройства СВЧ и антенны. Часть 2. Антенны: Учебное пособие / Гошин Г. Г. — 2012. 159 с.
3. AWRDE User Guide – NI AWR Design Environment 12 Edition: 1960 E. Grand Avenue, Suite 430 El Segundo, CA 90245 USA.
4. Design Tools. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.murata.com/, свободный (дата обращения: 10.09.2015).

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМИЗАЦИИ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ИНТЕРФЕЙСА НА ПРИМЕРЕ ПРИЕМО-СДАТОЧНОГО ПУНКТА

Бояринова А.С.

Научные руководители: Зебзеев А.Г., Тутов И.А.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
rafnytikASB@yandex.ru

Согласно проводимым исследованиям, ошибки операторов, наблюдающих за технологическими процессами, вызывают порядка 42% аварий [1]. Это в первую очередь связано с укрупнением производства и объема автоматизации и как следствие увеличением количества информации, передаваемой размещенной на экране оператора мнемосхемой (экранной формой). При этом задача оператора – соответствующим сложившейся ситуации образом отреагировать на неполадки в системе – значительно осложняется необходимостью воспринимать и обрабатывать большой поток информации. Следующей причиной популярности исследований в области оптимизации интерфейса экранных форм становится широкое применение удаленного управления технологическими объектами. При этом оператор, не находясь вблизи реального оборудования, не имеет возможности оценить его физическое состояние в данный момент времени в текущих условиях эксплуатации. На сегодняшний день эту функцию выполняют SCADA-системы, одной из основных составляющих которых является человеко-машинный интерфейс (HMI). Задача SCADA-системы – отобразить текущую информацию об объекте управления на экран монитора оператора в удобной для него форме, посредством каких-либо сигналов, цветовых идентификаторов, числовых значений. Таким образом, человеко-машинный интерфейс становится единственным инструментом для оператора, позволяющим эффективно управлять технологическими процессами на удаленном объекте.

Бил Холлифилд, автор книги «The High Performance HMI Handbook», в статье для компании Intech говорит: «Примерно три десятилетия назад мы, специалисты по автоматизации производства, столкнулись с задачей, к которой были плохо готовы. Мы начали внедрять АСУ ТП с возможностью графического отображения хода процессов в реальном времени. Однако вначале экраны были пустыми, и нам надо было заполнить их информацией. У нас не было руководств, в которых можно было бы прочитать о том, что такое «хорошая» графика. Мы делали все что могли, вернее, все что знали – а знали мы немного. Итог был предсказуем – мы создали малоэффективную парадигму человеко-машинных интерфейсов» [2].

Обычно операторы и диспетчеры не чувствуют в разработке человеко-машинного интерфейса SCADA-систем. Это обстоятельство в

первую очередь влияет на эффективность работы оператора, количество допущенных им ошибок во время наблюдения за функционированием технологического объекта, а также время, необходимое для обучения оператора работы с конкретным HMI. Важными аспектами при разработке эффективных экранных форм выступают вопросы визуального восприятия информации человеком, его субъективных особенностей и реакций, предпочтений и привычек работы с определенным интерфейсом. Учет вышеперечисленных факторов осложняет процесс создания HMI его разработчиком, которые зачастую не обладают специальными знаниями в области ситуационного восприятия информации человеком. Многолетняя инерционность в области разработки HMI, обусловленная желанием проектировщиков создавать интерфейсы по уже используемым на реальных технологических объектах образцам, тормозит развитие в области исследования, создания и внедрения на производстве более эффективных HMI. Эту проблему хорошо иллюстрирует факт использования в данный момент на территории РФ ГОСТа 21480-76 «Система «Человек-машина». Мнемосхемы. Общие эргономические требования», переизданного в ноябре 1986 г. Очевидно, что за последние 30 лет произошли радикальные изменения в уровне и объеме автоматизации технологических процессов, а также в возможностях SCADA-систем.

Разработчики современных HMI, такие как Wonderware, заинтересованные в повышении эффективности HMI, предлагают следующие принципы, которыми стоит руководствоваться при создании мнемосхем. В первую очередь это иерархичность. На сегодняшний день большинство существующих схем HMI содержат лишь один уровень, отражающий весь технологический процесс. Это противоречит основному принципу разработки экранных форм – мнемосхема должна содержать только те элементы, которые необходимы оператору для контроля и управления объектом [3].

Вторым базовым направлением повышения эффективности HMI становится исследование общей цветовой палитры схем и цветов, используемых для индикации событий. Не стоит злоупотреблять цветом, а также использовать цвета, предназначенные для тревог (обычно красный, зеленый) для других обозначений, так как это «размывает» их смысловую нагрузку [2].

Руководствуясь данными правилами, был разработан ряд мнемосхем приемо-сдаточного пункта (ПСП) нефти и нефтеконденсата одной из нефтеперерабатывающих компаний РФ. Цветовая палитра мнемосхем соответствует стандарту данной компании. При построении иерархии в качестве логической основы мнемосхем было принято решение использовать этапы последовательного прохождения нефти через ПСП. Таким образом, образовался первый уровень иерархии, отражающий общий вид одного из этапов технологического процесса – «Общие технологические схемы». Так же в данную группу мнемосхем входят объединения вспомогательных подобъектов, выполняющих схожую по технологии функцию (например, мнемосхема «Дизельное хозяйство»). На рис. 1 можно видеть одну из общих технологических мнемосхем ПСП.

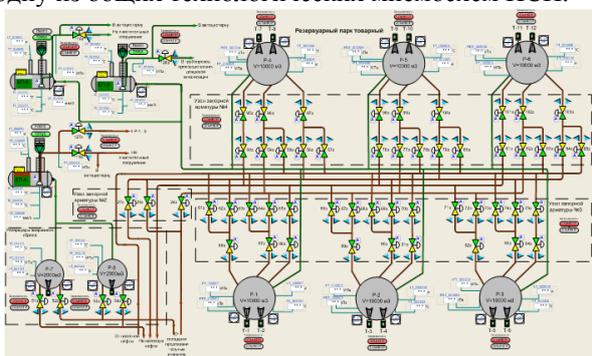


Рисунок 1 – Общий вид резервуарного парка ПСП

Второй уровень иерархии представлен подобъектом, или небольшим их объединением, который подробным образом отображает все регламентируемые техническим заданием сигналы (рис.2). Переход к данному уровню мнемосхем осуществляется из общей технологической схемы. При этом отсутствует загромождение мнемосхемы ненужной оператору в данный момент информацией.

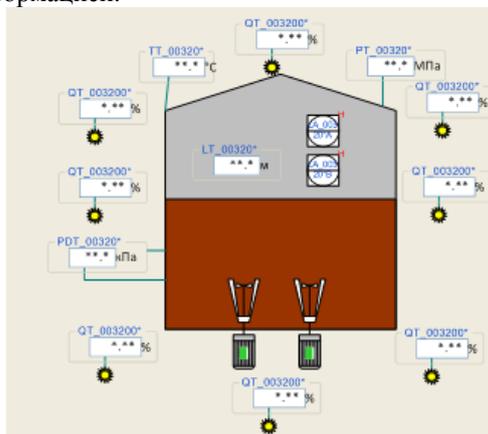


Рисунок 2 – Резервуар технологического объекта
Следующий уровень иерархии представлен диалоговым окном (рис.3) по подобъекту системы, отражающим все дополнительные измерения, информацию и расчеты по нему.

Рисунок 3 – Диалоговое окно по резервуару

Разработанный ряд мнемосхем является частью проекта по автоматизации перспективного объекта – ПСП «Заполярье».

Вывод. Применение предлагаемого подхода к оптимизации НМИ позволит повысить уровень предоставляемых проектной организацией услуг, сократить процент аварийных ситуаций, связанных с неэффективным НМИ, увеличить производительность предприятий.

Список использованных источников

1. Краевски Д. Ситуационное восприятие. Новый подход к дизайну человеко-машинных интерфейсов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.wonderware.ru/pdf/Wonderware_WhitePaper_TheNextLeapInHMISituationalAwareness_ru_0314.pdf (дата обращения 15.10.2015).
2. Билл Р. Холлифилд Повышаем эффективность НМИ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ua.automation.com/content/povyshaem-jeffektivnost-hmi> (дата обращения 20.10.2015).
3. ГОСТ 21480-76 «Система «Человек-машина». Мнемосхемы. Общие эргономические требования».

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ОБЕЗВЕШИВАНИЯ КРЫЛЬЕВ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ПРИ НАЗЕМНЫХ ИСПЫТАНИЯХ

И. А. Маркелов

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
iam14@tpu.ru

Введение

В процессе разработки и создания космических аппаратов (КА) большое внимание уделяется проведению наземных испытаний отдельных его узлов, в том числе и трансформируемых изделий (крылья солнечных батарей, антенны, рефлекторы, манипуляторы). Эти испытания позволяют проверять работоспособность устройств и узлов в условиях открытого космоса, а также выявлять дефекты, которые можно устранить в процессе создания КА и которые могут привести к неверной работе КА на орбите или полной его потере.

Одной из проблем, возникающих в процессе проектирования стендов для испытаний, является имитация невесомости. Поэтому целью данной работы является рассмотрение и предложение варианта стенда обезвешивания крыла солнечной батареи.

Влияние веса конструкции

Наземные условия, прежде всего, влияние веса конструкции, способны кардинальным образом изменить точностные и динамические характеристики механизмов развёртывания панелей солнечных батарей. Это выражается в появлении в шарнирах и приводах раскрытия дополнительного трения и, соответственно, дополнительных моментов. Также собственный вес конструкции крыла приводит к появлению в нём и в механизме развёртывания деформаций, которые могут привести к поломкам.

Такого рода факторы могут кардинально изменить ход и результаты испытаний, проводимых в наземных условиях. В таком случае представляется невозможным оценить работоспособность приводов раскрытия и их динамические и точностные характеристики, поскольку условия работы КА далеки от земных.

Виды стендов обезвешивания

С точки зрения создания сил обезвешивания и учёта влияния инерционности механизмов обезвешивания на динамику развёртывания конструкции стенды делятся на пассивные, активные и активно-пассивные.

В стендах с пассивным обезвешиванием перемещение элементов стенда (карычки, штанги) происходит за счёт сил и моментов, генерируемых внутри испытуемой конструкции. Для обезвешивания используются только лишь механические элементы – противовесы, пружины и т. п. Такого рода системы могут использоваться в

тех случаях, когда кинематическая схема испытуемой конструкции не является сложной и не требуется относительно высокая точность исследований. Это обуславливается тем, что системе развёртывания приходится вместе с испытуемой конструкцией передвигать элементы системы обезвешивания, что приводит к появлению сил и моментов сопротивления, имеющих место в механизмах обезвешивания. Отчасти снижение влияния этих факторов можно связать с повышением качества элементов системы обезвешивания.

В стендах с активным обезвешиванием все движения элементов стенда осуществляются за счёт внешних источников сил и моментов. Это позволяет отделить движение исследуемой конструкции от движения элементов системы обезвешивания. В таком случае компенсация веса крыла солнечной батареи и перемещение элементов системы обезвешивания происходит при помощи использования электропривода. Такие стенды обеспечивают более высокую точность имитации невесомости при наземных условиях и позволяют исследовать механизмы с более сложной кинематической схемой.

В случае, если для обеспечения необходимой динамики раскрытия обезвешиваемой конструкции используются внешние источники сил и моментов, а для создания сил обезвешивания – пассивные устройства (пружины, противовесы и т. п.), то такая система называется активно-пассивной или комбинированной.

Активная система обезвешивания

Выбор активной системы обезвешивания основывается на том, что большинство современных КА имеют крылья солнечных батарей с достаточно разнообразными и сложными кинематическими схемами. На рисунке 1 изображены космические аппараты с различным исполнением крыльев солнечных батарей. [3]



Рисунок 1 - Космические аппараты с различным исполнением крыльев солнечных батарей

Для испытаний конструкций таких типов

необходима повышенная точность и как можно меньшее влияние элементов системы обезвешивания на динамику процесса раскрытия в процессе испытания. Из всего выше сказанного следует, что только стенд с активным обезвешиванием может дать необходимые точностные и динамические характеристики.

Схема стенда активного обезвешивания представлен на рисунке 2.

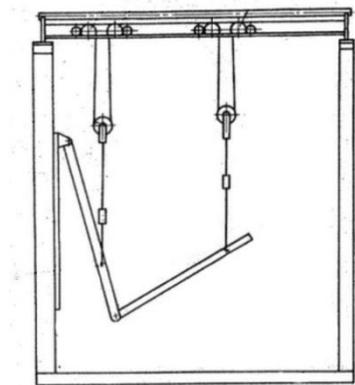


Рис. 2. Схема стенда обезвешивания

В верхней части стенда по направляющим перемещаются каретки, на которых закреплены тросы. Число кареток обезвешивания зависит от количества панелей, входящих в состав крыла СБ. Каретка имеет два привода: продольного и вертикального перемещения. Первый привод предназначен для перемещения каретки, что помогает уменьшить влияние стенда на динамику и точность раскрытия крыла; второй привод предназначен для создания обезвешивающей силы, что достигается путём натяжения троса. [4]

Для регулировки скорости движения кареток и силы натяжения троса необходимо использовать датчики. Для этого необходимо использовать датчики силы и угла. Датчик угла необходим для отслеживания углового отклонения троса от строго вертикального положения. Отклонение троса от вертикали может свидетельствовать о том, что каретка движется слишком быстро или слишком медленно относительно обезвешиваемой панели, что в свою очередь может создать дополнительную нагрузку на конструкцию крыла. Датчик силы необходим для контроля обезвешивающей силы, приложенной к панели СБ. Альтернативой двум отдельным датчикам может являться использование специализированного датчика

вектора сил, который совмещает в себе датчик силы и углового перемещения. Данные с датчиков поступают на контроллеры, которые управляют электроприводами продольного и вертикального перемещений. При этом требования к датчикам, контроллерам и электроприводам должны быть достаточно высокими, поскольку требуется высокая точность имитации невесомости. В таком случае могут разрабатываться специализированные компоненты системы либо использоваться уже готовые, но дорогостоящие решения.

Заключение

В результате проведённых исследований были сделаны следующие выводы:

1. Активная система обезвешивания является лучшим выбором, поскольку она позволяет обеспечить высокие показатели точности. Также такого рода стенд позволяет проводить испытания крыльев СБ различной конструкции, в независимости от их сложности.
2. В то же самое время к стенду с активным обезвешиванием предъявляются значительно более высокие требования по точности и динамике, нежели чем с стендами с пассивным обезвешиванием. Это приводит к усложнению конструкции стенда и системы управления, что, в свою очередь, влечёт повышенные материальные и временные затраты при проектировании и создании стенда.

Список использованных источников

1. Технология сборки и испытаний космических аппаратов: Учебник для высших технических учебных заведений. И. Т. Беляков, И. А. Зернов и др. – М.: Машиностроение, 1990.
2. Динамика разделения ступеней летательных аппаратов. Колесников К. С., Козлов В. И., Кокушкин В. В. М.: Машиностроение, 1977.
3. Космические аппараты АО "ИСС" имени академика М. Ф. Решетнёва. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iss-reshetnev.ru/spacecraft/> (Дата обращения 15.10.2015).
4. Стенд для моделирования невесомости двухзвенных механизмов. [Электронный ресурс]. – URL: <http://patents.su/4-555314-stend-dlya-modelirovaniya-nevesomsti-dvukhzvennykh-mekhanizmov.html> (Дата обращения 15.10.2015).

ЭХОЛОКАЦИЯ В ОБЛАСТИ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ

Теплюк А. Д., Катков В. В., Дмитриев И. О.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
t-alenka@inbox.ru

Введение

В настоящее время широкое распространение получила автоматизация и роботизация. Основной задачей робота является замена человека в местах, где деятельность человека сопряжена с большим риском для его здоровья, поэтому необходимо, чтобы робот получал адекватную информацию об окружающей среде.

Для решения этой проблемы нужно было, чтобы робот был оснащен своеобразным аналогом зрения. Так возникло понятие «машинное зрение». Для его реализации используются камеры и различные датчики. Одним из них является ультразвуковой датчик, интересной особенностью которого является то, что он основан на принципе эхолокации, который заимствован из живой природы.

Машинное зрение

Поскольку развитие роботов связано с необходимостью замены человека в опасных для него условиях либо в недостижимых местах, то и принцип их построения тесно связан со строением человека. Манипулятор представляет собой подобие руки, андроид и вовсе является человекоподобным роботом. Для какой бы цели ни использовался робот, для его автоматизации необходимо, чтобы он обладал зрением (или его подобием) для ориентации в пространстве, как у живого организма. Так возникло понятие «машинное зрение».

Машинное зрение – один из наиболее перспективных методов автоматизации действий с применением компьютерных технологий и робототехники. В самом общем виде системы машинного зрения подразумевают преобразование данных, поступающих с устройств захвата изображения, с выполнением дальнейших операций на основе этих данных [1].

Система технического зрения обычно включает:

- 1) скоростные видеокамеры;
- 2) чувствительные датчики;
- 3) специальную подсветку;
- 4) контроллер - компьютер с предустановленным программным обеспечением;
- 5) устройства для синхронизации работы элементов [2].

Видеокамеры и датчики являются «глазами», подсветка и устройства синхронизации обеспечивают лучшие условия работы и нацелены на уменьшение ошибки работы всего робота в целом, а контроллер представляет собой подобие «мозга», где ведется обработка и анализ

полученной информации.

Задачи, решаемые при помощи технического зрения:

1) распознавание положения: определение пространственного местоположения или статического положения объекта и передача информации о положении и ориентации объекта в систему управления или контроллер;

2) измерение: измерение различных физических параметров объекта;

3) инспекция: подтверждение определенных свойств предмета;

4) идентификация: считывание различных кодов для распознавания средствами камеры или системным контроллером [2].

В настоящее время машинное зрение наиболее востребовано в медицине и биотехнологиях, военной отрасли, автомобильной промышленности. При этом возможное поле применения машинного зрения, по-настоящему, огромно - эти технологии могут быть использованы практически во всех сферах жизнедеятельности.

Эхолокация

Эхолокация (эхо и лат. locatio - «положение») - способ, при помощи которого положение объекта определяется по времени задержки возвращений отражённой волны. Если волны являются звуковыми, то это звукокация, если радио – радиолокация [3].

Изучение данного явления началось с того, что ученые заметили, что летучие мыши способны перемещаться в плохом освещении, не задевая предметов, и даже охотиться. Впоследствии было доказано, что летучие мыши издают ультразвук и воспринимают его, отраженным от предметов. Также было установлено, что этот способ ориентации в пространстве используется и другими видами животных, такими как дельфины, землеройки, тюлени и т.д. Таким образом, эхолокация представляет собой эквивалент зрения для слабовидящих животных либо тех, что перемещаются в полной темноте, будь то суша или глубина.

Принцип эхолокации основан на различии в плотности сред (рисунок 1): сигнал, не встретивший препятствий, рассеется, встретив другую по плотности среду, он частично рассеется, а частично отразится. Зная направление сигнала и время с его отправления до возвращения, животное составляет для себя картину окружающего мира.

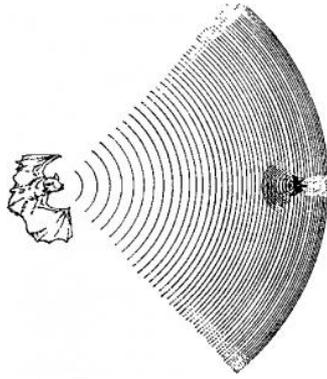


Рисунок 1 - Пример эхолокации в живой природе

Ультразвуковой дальномер

Ультразвуковой дальномер – устройство для измерения расстояния до предмета, принцип действия которого основан на эхолокации.

Принцип действия наглядно изображен на рисунке 2. В момент измерения создается электрическое колебание при помощи генератора 1, которое преобразуясь в ультразвуковую волну 3 при помощи ультразвукового передатчика 2, излучается в окружающее пространство 4. Эта волна отражается от препятствия и возвращается как эхо 5 в приемник 6. Затем в вычислителе 7 происходит обработка полученной информации [4].

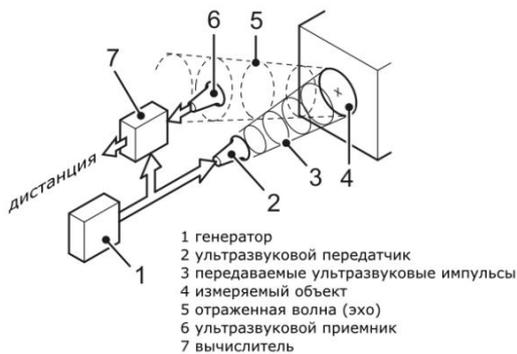


Рисунок 2 - Принцип действия ультразвукового дальномера

Расстояние до препятствия рассчитывается по следующей формуле:

$d = \frac{v \Delta t}{2}$, где d – расстояние до препятствия, v – скорость звуковой волны, t – время между отправкой и приемом отраженного сигнала [5].

Достоинства:

1) легко может определить расстояние до прозрачных и бликующих объектов (в отличие от оптических дальномеров);

2) прост в использовании;

3) дешевле других дальномеров.

Недостатки:

1) достаточно большой угол диаграммы

направленности, что приводит к неоднозначности измерений расстояния до поверхности с неровностями;

2) точность замера зависит от окружающей среды, поэтому её параметры необходимо учитывать, однако эти параметры могут изменяться в ходе работ;

3) ограничение длины измерений (обычно от 30 см до 20 м);

4) частичные отражения (паразитный эхосигнал) могут исказить результаты измерений (например, это происходит при высокой влажности);

5) измерения объектов из звукопоглощающих, изоляционных материалов или имеющих тканевую поверхность могут привести к неправильным измерениям вследствие поглощения сигнала.

Заключение

Машинное зрение является необходимой частью робототехнической системы. Во-первых, этот метод способствует исключению человеческого фактора при работе на производстве. Во-вторых, эта технология позволяет за несколько секунд определить качество продукции. В-третьих, точность определения веса и размера объектов может достигать нескольких микрон.

Ультразвуковой дальномер является одним из многих устройств, используемых в машинном зрении. Он имеет больше недостатков, чем достоинств, но они лишь накладывают ограничение на область применения. Таким образом, использовать аппараты, работающие на ультразвуке, следует только тогда, когда не нужно осуществлять точные измерения (погрешность измерения допустима в рамках конкретного эксперимента) либо измерения не выходят за пределы радиуса действия.

Список использованных источников

1. Сайт компании «Рободем». [Электронный ресурс]. – URL: <http://robodem.ru/machinevision> (Дата обращения: 22.10.2015).

2. Сайт о видеокамерах. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.cameraiq.ru/sphere/17-mashinnoe-zrenie> (Дата обращения: 22.10.2015).

3. Википедия. [Электронный ресурс]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Эхолокация> (Дата обращения: 22.10.2015).

4. Роботоша. [Электронный ресурс]. – URL: <http://robotosha.ru/electronics/how-works-ultrasound-meter.html> (Дата обращения: 22.10.2015).

5. Сайт об инструментах. [Электронный ресурс]. – URL:

<http://baumarket.com.ua/statyi/ultrazvukovye-dalnomery.html> (Дата обращения: 22.10.2015).

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ КАНАЛА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ КОНТРОЛЛЕРА МЕСТНОГО ПУНКТА УПРАВЛЕНИЯ

Дериглазов А. А., Павлов В. М., Меркулов С. В.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
aad3@tpu.ru

Введение

В настоящее время существует ряд задач для решения, которых необходимо использовать распределенные АСУТП с возможностью контроля и управления системами, как с главного пункта управления (ГПУ), так и с местных пунктов управления (МПУ). К таким системам относятся насосные агрегаты, дизель генераторы, системы вентиляции.

АСУТП МПУ должна обеспечить контроль и управление всеми локально управляемыми технологическими системами нормальной эксплуатации зданий и сооружений, работающими без постоянного присутствия персонала в автоматическом режиме как с МПУ, устанавливаемом в здании размещения технологических систем, так и централизованно с ГПУ. МПУ этих локально управляемых технологических систем, объединены сетью "Ethernet" в единый программно-технический комплекс (ПТК), который через шлюз взаимодействует с системой верхнего уровня. При этом МПУ имеют в своем составе модули, связанные друг с другом при помощи последовательного интерфейса RS-485. Следовательно, есть необходимость в преобразователе интерфейсов, а так же программном обеспечении для организации стабильной связи между модулями МПУ и ГПУ.

Целью данной работы является разработка ПО канала передачи данных местного пункта управления (МПУ).

Функции АСУТП

В АСУТП МПУ должны быть реализованы следующие функции:

- Информационно-вычислительные:
- сбор и обработка технологической информации, поступающей с объекта;
 - представление оператору информации о ходе технологического процесса, работе технологических аппаратов и их состоянии (значения технологических параметров, положения запорной арматуры, состояния электроприводов механизмов и др.);
 - аварийная сигнализация при выходе технологических параметров за установленные границы;
 - диагностика состояния оборудования;
 - вычисление интегральных показателей функционирования объекта.

Управляющие:

- автоматическое регулирование

технологических переменных;

- автоматические защиты и блокировки;
- автоматическое программно-логическое управление;
- управление исполнительными механизмами по месту (с блоков местного управления);
- дистанционное управление исполнительными органами.

Описание МПУ

Местный пункт управления представляет собой набор функциональных модулей (ФМ) под управлением блока контроля, соединенных между собой местной сетью RS-485 (рисунок 1).

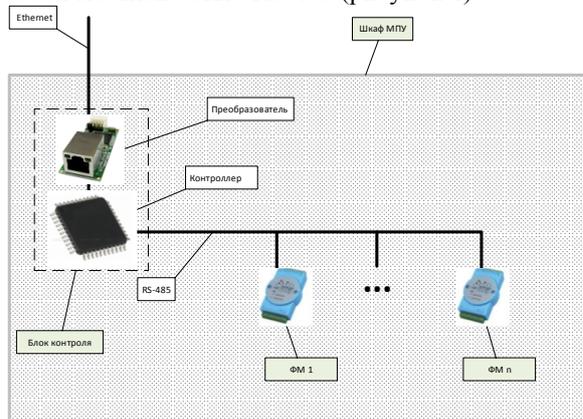


Рисунок 1 - Устройство МПУ

Для того, чтобы команда от группового контроллера, передаваемая по сети Ethernet, дошла и верно обработалась контроллером МПУ, необходимо использовать некий преобразователь интерфейсов (рисунок 2), прототип которого был разработан на основе контроллера CP2200.

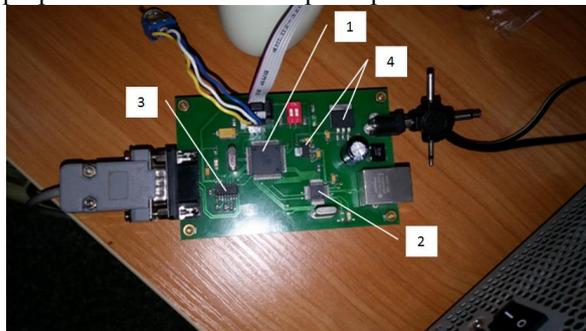


Рисунок 2 - Прототип преобразователя интерфейсов

В состав прототипа входят:

1. Хост – МК ATmega 128;
2. Ethernet контроллер – CP2200;
3. Приемник/передатчик RS-232 – ADM202EA;
4. Источник питания – DC 5V, 3,3V;
5. Необходимая периферия;

Описание программы

Общие сведения.

Разработанное программное обеспечение предназначено для инициализации Ethernet контроллера CP2200, входящего в состав прототипа преобразователя сетевых интерфейсов, для работы в полном дуплексном режиме с заводским MAC-адресом. Программа написана на языке программирования «С».

Функциональное назначение.

Программа предназначена для решения следующих задач:

- Инициализация Ethernet контроллера.
- Отправка текстового сообщения с МК ATmega 128 на ПК.
- Прием сообщения с ПК (организовано с использованием внешних прерываний).

Экспериментальная часть

В ходе тестирования прототипа преобразователя сетевых интерфейсов было проведено 2 эксперимента.

Эксперимент с топологией сети «точка-точка»

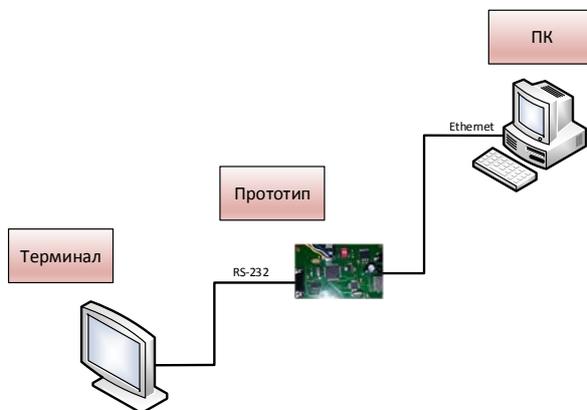


Рисунок 3 - Схема эксперимента №1

В данном эксперименте прототип был соединен с Терминалом при помощи последовательного интерфейса, а с ПК напрямую через UTP кабель, как показано на рисунке 6. На терминал выводились статусные сообщения, а также Ethernet пакеты, принятые прототипом от ПК. На ПК была установлена программа Wire Shark [1] для улавливания Ethernet пакетов, приходящих с прототипа, а также Cat Karat [2] для их отправки.

Эксперимент с топологией сети «дерево»

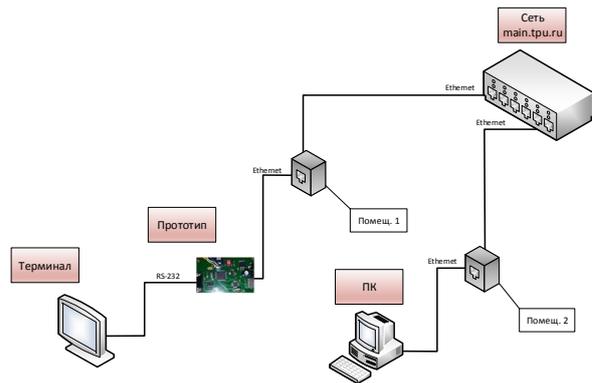


Рисунок 4 - Схема эксперимента №2

Отличие данного эксперимента от эксперимента №1 заключается в следующем: прототип преобразования сетевых интерфейсов соединен с ПК не на прямую, а через готовую сеть main.tpu.ru, имеющую топологию «дерево» (рисунок 4). ПК был расположен в помещении 2, а прототип был подключен к узлу сети, расположенном в помещении 1.

Результатом обоих экспериментов стала успешная прием/передача Ethernet пакетов, как прототипом, так и ПК.

Работоспособность проверяется путем отправки и приема тестового Ethernet пакета известного содержания. Помимо данного программного обеспечения для МК ATmega 128 в работе использовалось следующее бесплатное ПО, устанавливаемое на ПК: «Terminal», «Wire Shark», «Cat Karat».

Заключение

В результате выполнения работы было получено программное обеспечение, позволяющее осуществить связь ПК с МК ATmega128. ПК посылает Ethernet пакет известного содержания, сформированный в рамках протокола IEEE 802.3 RAW, на МК ATmega128 раз в 2 секунды, а также ведет непрерывный прием данных. В свою очередь ATmega раз в секунду посылает текстовое сообщение и ведет непрерывный прием Ethernet пакетов. Работоспособность ПО была проверена на прототипе интегрированного устройства преобразования сетевых интерфейсов, которое в дальнейшем планируется использовать в распределенной АСУТП.

Список использованных источников

1. <http://www.wireshark.org/> (Дата обращения 20.07.2015)
2. <http://www.packetbuilder.net/> (Дата обращения 20.07.2015)

ПРИМЕНЕНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В РАЙОНАХ С ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕМ

Петрусёв А. С.

Томский политехнический университет, Отдел элитного технического образования
science-alex@mail.ru

Введение

В настоящее время применение возобновляемых источников энергии в городской среде при нынешних тарифах на электроэнергию (2-3 руб. за кВт·ч) не оправдано экономически.

Но стоит учитывать, что на 70% территории нашей страны, на которой проживает 20 млн. человек, отсутствует централизованное электроснабжение.

В данных районах используются в основном дизельные генераторы, но стоимость вырабатываемой таким способом электроэнергии может достигать 50-100 руб за кВт·ч из-за труднодоступности подвозимого топлива.

Предмет работы

Для снижения себестоимости вырабатываемой электроэнергии можно использовать возобновляемые источники энергии, не требующие подвоза топлива.

Одним из перспективных источников является солнечная энергия. Причём запасы солнечной энергии в России выше, чем у многих других стран, что показывается в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Средняя дневная инсоляция, в кВт·ч в России

Якутск	Москва	Новосибирск	Сочи	Улан-Удэ	Санкт-Петербург	Хабаровск	Ростов-на-Дону	Находка
2,9	2,7	2,9	4,0	3,4	2,6	3,6	3,4	3,9

Но на данный момент солнечные установки имеют два значительных минуса – относительно невысокую эффективность преобразования солнечной энергии в электрическую в течение дня и довольно высокую стоимость солнечных элементов.

Для решения первой проблемы предложено использовать акриловый концентратор, который описан в [1]. Он представляет собой оптическую систему, выполненную преимущественно из акрила или оргстекла (рис. 1).

Таблица 2. Средняя дневная инсоляция, в кВт·ч в других странах

Лондон	Берлин	Нью-Йорк	Мадрид
2,73	2,74	3,83	4,57

Концентратор выполнен таким образом, что лучи, падающие на его поверхность, в результате серий преломления и полного внутреннего отражения перенаправляются в торцы, на которых расположены небольшие фотоэлементы. Данный концентратор имеет ряд преимуществ в сравнении со своими аналогами:

- Низкие массогабаритные характеристики
- Отсутствия скопления конденсата на поверхности
- Широкая диаграмма направленности на солнце
- Отсутствие необходимости в мощных системах охлаждения

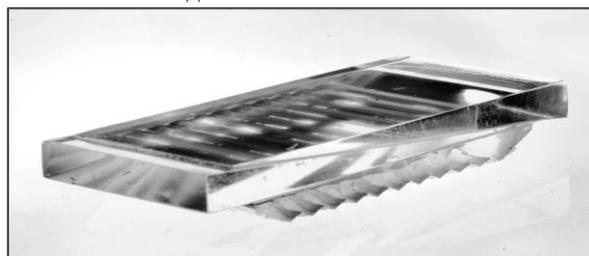


Рисунок 1 - Внешний вид акрилового концентратора

Он позволит снизить приблизительно в 5 раз объём необходимых фотоэлементов при той же выходной мощности, что значительно снизит стоимость системы в целом. Но для работы данного концентратора необходим солнечный трекер.

Солнечный трекер – устройство, периодически ориентирующая солнечные панели или концентратор на солнце, в результате чего большее количество солнечных лучей достигают поверхности и вырабатывается больше электроэнергии.

При использовании солнечного трекера вырабатываемая в течение дня солнечными панелями мощность повышается примерно на 30% [2]. Особенно заметен прирост в утренние и вечерние часы, которые как раз приходятся на пик электропотребления. Поэтому солнечный трекер эффективен не только для концентраторов, но и для

стандартных солнечных панелей.

В работе предложена реализация солнечного трекера, имеющего преимущества в сравнении со своими аналогами.

Благодаря разработанной управляющей плате без использования микроконтроллеров в качестве электропривода можно использовать коллекторный двигатель постоянного тока, поэтому питание электропривода осуществляется напрямую от аккумуляторной батареи, которая заряжается от солнечных панелей. Отсутствие инвертора для питания трекера делает систему проще и дешевле. На управляющей плате также реализован способ регулировки времени между включениями и ручной настройки панелей в определённом направлении. Предлагаемые для трекера концевые выключатели обеспечивают большой угол поворота, позволяя эффективнее работать в утренние и вечерние часы. При этом простота конструкции и отсутствие программируемых частей задаёт высокий срок службы с низкой стоимостью сервисного обслуживания.



Рисунок 2 - Внешний вид солнечного трекера

На основании результатов теоретических и экспериментальных исследований с помощью экспериментальной модели солнечной установки [2], ведется работа по созданию полноразмерной установки суммарной мощностью 190 Вт.

Солнечная батарея представляет собой 2 солнечные панели установленной мощностью 95 Вт каждая. Для панелей сварена опорная рама массой 8 кг (рисунок 2). Производство панелей г. Зеленоград, приобретены в компании АэМэсЭнерго, г. Новосибирск.

Для выбора электропривода поворотного механизма произведён расчёт максимального момента вращения используемой солнечной батареи. Получено, что выходной вал электропривода должен выдерживать

максимальный момент вращения не менее 14,56 Н·м [3].

Из-за требований к низкой скорости вращения и высокой прочности выходного вала решено использовать мотор-редуктор, соединяющийся с выходным валом через червячный редуктор. Выбран мотор-редуктор IG-42GM компании электропривод, г. Санкт-Петербург. Также возникает необходимость использования дополнительного редуктора, для снижения скорости вращения выходного вала и повышения крутящего момента. На основе необходимых характеристик выбран червячный редуктор NMRV 30, компании МехПривод, Москва.

Заключение

Таким образом, для солнечной панели, состоящей из двух модулей, достаточно использовать мотор-редуктор марки IG-42GM, червячный редуктор NMRV 30, которые позволят осуществлять оптимальное регулирование поворота в течение светового дня с заданной точностью угла поворота.

Разработанные технические средства обеспечивают точность регулирования и запас прочности с учетом возможного климатического влияния.

Преимущества предлагаемого трекера:

- ✓ Низкая себестоимость
- ✓ Надёжность
- ✓ Низкие требования к сервисному обслуживанию
- ✓ Высокая точность наведения
- ✓ Значительное повышение мощности

Список использованных источников

1. Petrusyov A. S. , Sarsikeyev E. Z. , Lyapunov D. Y. Energy-efficient Photovoltaic Installation [Electronic resources] // Journal of International Scientific Publications: Materials, Methods and Technologies. - 2014 - №. 8. - p. 399-404. - Mode of access: <http://www.scientific-publications.net/ru/article/1000188/>
2. Петрусёв А. С. , Юрченко А. В. Эффективный способ увеличения мощности солнечных установок // Физика. - 2014 - №. 2 (960). - С. 4-8
3. Петрусёв А. С. , Сарсикеев Е. Ж. , Ляпунов Д. Ю. Разработка технических средств повышения эффективности солнечных установок [Электронный ресурс] // Вестник науки Сибири. - 2015 - №. Спецвыпуск (15). - С. 77-82. - Режим доступа: <http://sjs.tpu.ru/journal/article/view/1201>

МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИМИ КОСМИЧЕСКИМИ АППАРАТАМИ

Зюзина В. И., Космынина Н. А., Князькин Ю.М.

Сибирский федеральный университет

v

a

Введение

Современный космический аппарат (КА) - дорогостоящая, сложная, многофункциональная система, удалённая от Земли на значительное расстояние и функционирующая в условиях агрессивной внешней среды.

Управление автоматическими космическими аппаратами в полёте – процесс поддержания их в работоспособном состоянии с момента запуска на орбиту и на протяжении всего срока активного существования [1].

По мере разработки и эксплуатации новых, более совершенных образцов космических аппаратов совершенствуются и технологии их управления. В настоящее время в открытых источниках не приведено подробных описаний всего спектра существующих методов управления автоматическими КА, поэтому цель данной статьи – суммировать имеющиеся данные и коротко описать и классифицировать методы управления.

Методы управления автоматическими космическими аппаратами

В зависимости от источника управляющих воздействий (УВ) можно выделить две группы методов управления: для первой группы источником УВ является наземный комплекс управления (НКУ) (командный, программный, командно-программный), для второй группы источником УВ является бортовой комплекс управления (автономный, координатный, координатно-временной, координатно-программный, программно-временной).

Командный метод управления заключается в том, что каждая конкретная операция управления осуществляется только по командам от НКУ [2]. Практическая реализация данного метода требует наличия на момент реализации операций запросного и ответного каналов связи с КА. Данный метод для стационарных КА и КА, находящихся на высокоэллиптической орбите, является наиболее продуктивным, но в то же время очень трудоёмким, так как требует постоянного задействования средств и служб НКУ.

Программный метод управления реализуется на борту космического аппарата с использованием программ, закладываемых с Земли [2], и выполняемых далее автономно. При реализации данного метода нет необходимости учитывать время и условия распространения радиоволн, состояние атмосферы, наличия помех. Существенно снижается нагрузка НКУ. Однако, метод имеет и недостатки, основным из которых

является отсутствие на Земле полноценного контроля состояния бортовых систем КА в процессе выполнения отдельных команд заложенной программы управления. Это и приводит к необходимости создания в составе КА и наземных средств управления специальной системы «передачи-приёма» сигналов аварийного оповещения.

Комбинированное управление или командно-программный метод управления совмещает функции рассмотренных командного и программного управления. Производится контроль отработки бортовой программы и оперативное вмешательство в процесс управления при отклонении его от требуемого [2]. В связи с реализуемой гибкостью управления этот метод получил широкое распространение при проектировании и создании современных КА. В основе метода лежит рациональное распределение функций командного и программного методов в процессе управления. Метод комбинирования управления существенно уменьшает объём информации, передаваемой по каналам связи, что значительно облегчает процесс управления и снижает нагрузку средств НКУ.

В рамках программно-временного метода управления обеспечивается отработка программ, во время которых подаётся УВ в определённый момент времени [3]. Расчёты времени выдачи разовых команд, временных и параметрических установок, исходных данных выполняются в НКУ. Результаты расчётов передаются на борт КА в виде рабочей программы, а все управляющие команды (сигналы) формируются в бортовом комплексе управления как заданная функция времени в соответствии с рабочей программой. Реализация этого метода на изделиях ранее осуществлялась с использованием электромеханических специализированных устройств. На современных изделиях метод реализуется программным способом с использованием бортовой цифровой вычислительной машины (БЦВМ), что обеспечивает резкое расширение его функциональных возможностей. Программы автономной работы могут дополняться фрагментами, формируемыми бортовым программным обеспечением. Ядром средств является программа временного управления (ПВУ), которая выбирает из программы автономной работы пару с наименьшим и выдает это значение в регистр установок текущего времени (РУСТВ). При достижении значения текущего времени выбранному времени РУСТВ выдает сигнал

прерывания, по которому включается программа ПВУ и, проверив равенство, выдает сигнал на исполнение команд.

Автономный метод управления осуществляется с помощью БЦВМ, входящей в состав бортовой аппаратуры и выдаваемой определённую команду в соответствии с условиями на основе заложенной ранее логики. [4]. Наряду с БЦВМ для реализации автономного управления могут использоваться программно-временные или командно-временные устройства. Эти элементы автоматики представляют собой также счётно-решающие устройства, но, по сравнению с БЦВМ, несколько упрощённого типа. Некоторые задачи, решаемые с помощью автономного метода управления: раскрытие элементов конструкции на начальном этапе полета, автономная отработка программ управления на борту, автономное прохождение теневых участков, обеспечение живучести аппарата при возникновении неисправностей, влияющих на использование аппарата по целевому назначению, и др.

Координатный метод управления реализуется с помощью управляющих воздействий, заложенных на борту КА и выдаваемых по достижению нужных координат [5]. Заключается в том, что управляющие команды формируются как функция измеряемых текущих координат положения КА, текущего состояния подсистем КА и исходных данных, необходимых для выполнения целевых задач КА. Для осуществления координатного метода управления на КА имеется источник навигационно-баллистической информации, позволяющий производить измерения параметров движения центра масс КА в любой момент времени. В зависимости от заданных координат целей и текущих координат КА в БЦВМ вырабатываются управляющие команды на включение (выключение) бортовой аппаратуры.

Координатно-временной метод управления характеризуется тем, что управляющие команды (сигналы) формируются как функция не только измеряемых, но и прогнозируемых параметров движения центра масс КА. Заключается в том, что подготовка всей необходимой аппаратуры для выполнения целевых задач производится автономно на борту КА по заданным с Земли географическим координатам, их протяжённости и высоте расположения над поверхностью мирового океана [5]. Реализация координатно-временного метода позволила не только существенно (в три – четыре раза) повысить точность наведения КА на объекты наблюдения, но и резко усилить оперативность работы и автономность полёта спутника. Новые принципы оперативного наведения КА на объекты наблюдения с повышенными точностями и использование координатно-временного метода управления стали возможными благодаря созданию и использованию на КА автономной системы определения и

прогнозирования местоположения КА.

Координатно-программный метод является компиляцией рассмотренных координатного и программного методов. Заключается в реализации программ, заложенных с Земли на борт КА и выдаваемых по достижению нужных координат [5].

Заключение

В статье приведена классификация, а также краткое описание существующих методов управления автоматическими КА. Указаны условия, в которых каждый из методов может применяться для наиболее эффективного выполнения поставленных задач управления. Данная классификация может использоваться в процессе определения наиболее подходящего метода управления КА на этапе проектирования космических систем. Однако сами методы управления, а также процедура выбора наиболее подходящего метода в условиях реализации конкретного проекта требуют дальнейших исследований.

Список использованных источников

1. Кравец В. Г. Автоматизированные системы управления космическими полётами – М.: Машиностроение, 1995 – 254с.
2. Лапушкин В. Н. Основы управления космическими аппаратами в полёте: Акционерное общество «Информационные Спутниковые Системы» имени академика М. Ф. Решетнёва, 2012. – 382с.
3. Использование сеансно-временного метода при обращении к спутнику в задаче мониторинга животных в заповедниках. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://knowledge.allbest.ru/ecology>, свободный (дата обращения 18.10.2015).
4. Управление полётом космического аппарата. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cosmos-journal.ru/articles/936/>, свободный (дата обращения 18.10.2015).
5. Научно-технические исследования и практические разработки ГНП РКЦ «ЦСКБ-Прогресс» Космическое аппаратостроение. – Самара: 2011 – 280с.

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ НАСОСОМ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ УРОВНЯ ВОДЫ В ЕМКОСТИ

Овчинникова А. П.

Научный руководитель: Тутов И. А.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
ovchinnikova.a.p@yandex.ru

Введение

Потребность человека в воде достаточно высока. Потому проблема водоснабжения, к примеру, дачных участков, ее правильное и безопасное потребление стоит достаточно остро.

С внедрением автоматизации появляется возможность уменьшения участия человека в том или ином технологическом процессе. Одной из задач автоматизации бытовых процессов является задача управления насосом и поддержания уровня воды в емкости. Зачастую на дачных участках возникают проблемы с водоснабжением. Одним из решений данной проблемы является бурение собственной скважины и использование погружного насоса. Для создания автономного водоснабжения необходимо автоматизировать процесс заполнения емкостей водой. Данную проблему решает система автоматического управления насосом, которая должна быть простой и удобной в работе.

Принцип работы

На рис. 1 представлена принципиальная схема системы управления насосом. В качестве датчиков уровня будут использованы герконы и поплавков с закрепленным на нем магнитом. Геркон – это электромеханическое устройство с герметичными магнитоуправляемыми контактами с очень высокой надежностью и долговечностью работы. Включение и выключение его контактов происходит при воздействии магнитного поля постоянного магнита, в качестве которого будет использован поплавок.

Основная задача контроллера – управление насосом и слежение за тем, чтобы уровень воды в баке не опускался ниже заданного. Для контроля воды необходимо 3 датчика для установки минимального, максимального уровней и противоаварийный датчик, выключающий насос в случае выхода из строя датчика максимального уровня. Включать насос необходимо только тогда, когда вода достигнет минимального уровня, это позволяет уменьшить количество его запусков и тем самым увеличить срок эксплуатации. Для управления насосом будет использовано реле с нормально разомкнутыми контактами, которые должны включать катушку пускателя насоса. Также добавим индикаторы работы насоса в виде двух светодиодов.

Для управления насосом будет использован микроконтроллером Atmega16A. В качестве источника питания - зарядное устройство от

телефона. Микросхема FT232 позволит управлять насосом через персональный компьютер пользователя. Полезность этой микросхемы заключается в том, что, используя минимум деталей, возможно UART выход микроконтроллера сразу подключить к компьютеру по USB, а работать как с COM-портом.

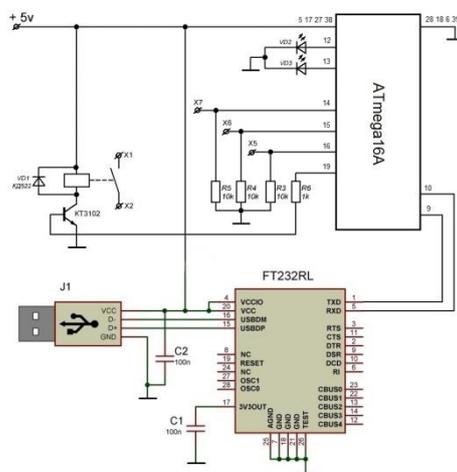


Рисунок 1 - Принципиальная электрическая схема.

Управление по уровню

Этот режим управления заключается в поддержании уровня воды больше минимального значения. При достижении нижнего датчика уровня насос начинает работу и заканчивает лишь при достижении максимального уровня.

Управление по времени.

При данном режиме работы пользователь задает необходимое время работы насоса. При достижении минимального уровня насос будет включаться и работать в течение, например, 20 минут. Потом в течение, например, 30 минут он работать не будет. И так до тех пор, пока уровень воды не достигнет верхнего датчика.

Управление по тарифу

При выборе данного режима управление уровнем воды ориентированно на уменьшение расходов. При использовании пользователем дифференцированного по зонам суток тарифа на электроэнергию выгодно, чтобы насос работал ночью, когда цены на электроэнергию меньше.

Преимущества данной системы

Безусловно, на данный момент на рынке существуют аналоги, но, к сожалению, такие устройства либо не выполняют необходимых задач, либо имеют достаточно высокую стоимость. Рассмотрим некоторые аналоги:

1. Поплавок для воды. (Рис.2) При его стоимости в районе 500-600 рублей он выполняет единственную функцию – включение насоса при падении уровня воды и его выключении при достижении необходимого уровня.



Рисунок 2 - Поплавок для воды

2. Блок автоматического управления "АКВАРОБОТ Турбипресс". (Рис.3) Это блок управления российского производства, его цена высока (5000-5500). При данной цене его функционал однозначно шире предыдущего аналога. Основные задачи, которые он выполняет: поддержание постоянного давления, защита от сухого хода и после обнаружения неполадки проводить пробные пуски через определенные промежутки времени. Таким образом, этот блок управления не выполняет необходимые нам функции.



Рисунок 3 - Блок автоматического управления.

3. Блок управления насосом по уровню HRH-5. (Рис.4) Этот блок предназначен для контроля за уровнем жидкости с возможностью докачивания или откачивания. При цене порядка 2500 данная система не выполняет все необходимые нам функции.



Рисунок 4 - Блок управления насосом

Разработанная система позволяет управлять насосом в зависимости от требований потребителя. Данная система по стоимости и функциональным возможностям превосходит существующие на рынке аналоги.

Использование микроконтроллеров позволяет при необходимости расширить функционал устройства. В дальнейшем можно увеличить количество режимов работы.

Создание программы для управления насосом с помощью персонального компьютера позволяет упростить систему управления для пользователя.

Список использованных источников

1. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника и микропроцессорная техника – М.: КНОРУС, 2013. – 800 с.

2. Герконы: способы управления, примеры использования. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://electrik.info/>, свободный (дата обращения 02.10.2015)

3. Фомичев Ю.М. Электроника. Элементная база, аналоговые и цифровые функциональные устройства: учеб. пособие; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 275 с.

4. AVR. Учебный курс. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://easyelectronics.ru/>, свободный (дата обращения 15.10.2015)

5. FT232RL виртуальный COM порт через USB интерфейс. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://avrlab.com/>, свободный (дата обращения 29.09.2015)

6. Анатомия микроконтроллеров ATmega. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://datagor.ru/>, свободный (дата обращения 15.10.2015)

7. Поплавок для насосов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ufa-aqua.ru/>, свободный (дата обращения 24.10.2015)

8. Акваробот Турбипресс. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.euro-dacha.ru/>, свободный (дата обращения 24.10.2015)

9. Блок управления насосом по уровню HRH-5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vodoprovod.ru/>, свободный (дата обращения 24.10.2015)

Вывод

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОАКТИВНОГО ПОЛИМЕРА ПОИАНИЛИНА КАК ЭЛЕМЕНТА ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРИВОДА

Стучков А.В.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
stuchkovstuchkov@gmail.com

Введение

Современные тенденции развития приводов в мехатронике и робототехнике включают: расширение спектра производимых действий при сохранении и улучшении массогабаритных параметров, существующих технических и биологических приводных модулей [1,2], миниатюризацию [3], гибкость, биосовместимость [4,5]. Одним из способов реализации вышеприведенных задач является использование электроактивных полимеров в качестве приводов.

Электроактивные полимеры (далее ЭАП) - полимеры, способные изменять свою форму и объем под воздействием электрического поля. [6] Понятие ЭАП включает две основные группы полимеров: ионные, которые меняют форму и объем за счёт мобильности или диффузии ионов (сюда относят углеродные нанотрубки, электропроводные полимеры, ионные металл-полимерные композиты и др.) и электронные, в основе действия которых лежат электростатические силы (диэлектрические эластомеры, электрострикционная бумага, электро-вязкоупругие эластомеры, сегнетоэлектрические полимеры и др.) [7].

Сравнение свойств различных видов ЭАП [7, 8] позволяет оценить возможность их применения в качестве приводов. В данной работе выбор ЭАП для исследования был осуществлен в соответствии со следующими критериями: низкая потребляемая мощность, доступность и дешевизна компонентов для изготовления, а также возможности для усовершенствования. Исходя из этих критериев на основе изученной литературы [7,8,9,10,11] а также на основе анализа доступности различных компонентов в качестве объекта исследования были выбраны электропроводящие полимеры, и, в частности, полианилин (далее ПАНИ).

Целью работы является оценка перспективы использования ПАНИ как элемента составного привода в робототехнике.

Механизм работы ПАНИ-привода

Привод на основе электропроводящих полимеров и, в частности, ПАНИ, преобразует электрическую энергию в механическую за счет ионного обмена между полимерными цепями и электролитом (рис. 1) [9]. Масштабирование данного механизма позволяет синтезировать привод пленочного типа (рис. 2, 3). В качестве примера приводится система из трехслойной полимерной пленки, погруженной в электролит. По краям пленки располагаются слои

электропроводящего полимера, в центре - гибкий диэлектрический слой. При подаче напряжения одна полимерная пленка действует в качестве анода, другая в качестве катода. Так как происходит окисление одной пленки и восстановление другой, трёхслойная система стремится изогнуться в сторону катода. Чтобы изменить направление изгиба, меняется полярность источника тока.

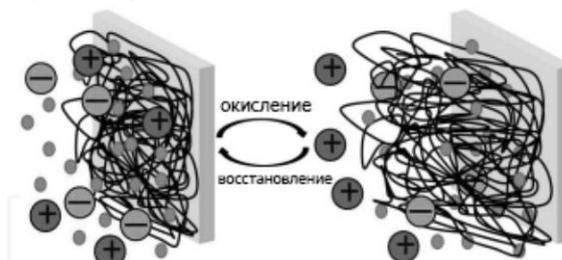


Рисунок 1 - Изменения объема полимерной структуры во время окисления и восстановления полимера, находящегося в контакте с электролитом; на рисунке показаны анионы, катионы, молекулы растворителя (круги меньшего диаметра), а также полимерные цепи [9].



Рисунок 2 - Механизм деформации трехслойной структуры [9]

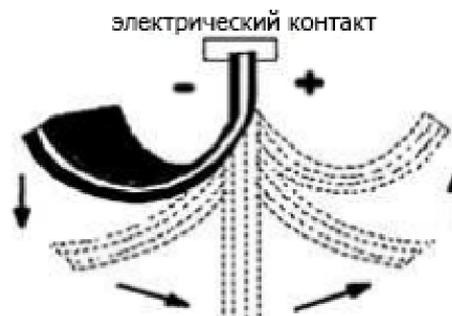


Рисунок 3 - Изгиб трехслойного привода [9]

Исследование свойств ПАНи-привода

Для оценки работоспособности ПАНи-привода рассматриваются [13]: деформация при неизменном давлении (%), выходная удельная мощность (кДж/м³). Данные показатели зависят от проводимости, типа электролита и др. Эти и другие свойства ПАНи, а свою очередь, зависят от метода и условий синтеза полимерной пленки и всего ПАНи-привода.

В литературе рассматривается несколько способов синтеза ПАНи-привода, которые разделяются на 2 группы: химические и электрохимические. [13]

ПАНи был получен химическим способом. Так как ПАНи является индикатором pH среды (зеленый цвет соответствует кислой среде, а щелочи - синий), была проведена качественная реакция. Таким образом, было подтверждено, что полученное вещество является полианилином, и не было совершено ошибок в ходе изготовления. Далее было измерено сопротивление ПАНи (рисунок 4), и вычисленное значение проводимости в итоге оказалось чрезвычайно малым ($8,76 \cdot 10^{-4}$ С/м), тогда как в литературе [13] указываются проводимости около 100 С/м. Это произошло из-за отсутствия органического растворителя [12], необходимого для образования крупных молекул во время полимеризации несоблюдения некоторых условий химической полимеризации, что привело к небольшому размеру полимерных молекул.

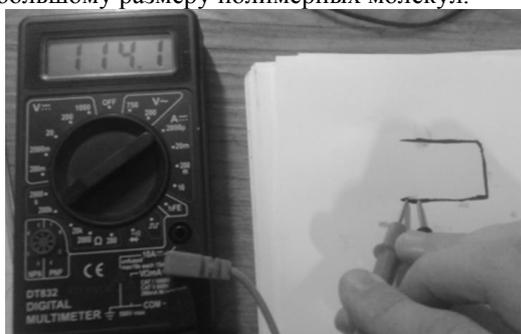


Рисунок 4 - Измерение сопротивления полианилина

В данный момент рассматриваются варианты электрохимического синтеза ПАНи-привода.

Заключение

Благодаря таким свойствам как легкость, дешевизна, доступность, биосовместимость ПАНи-привод может быть рассмотрен как кандидат на использование в мобильной, медицинской робототехнике и др. Для улучшения выходных показателей необходимо обеспечить, в первую очередь, высокую проводимость полимерной пленки, которая является основой ПАНи-привода. Химический способ не привел к высоким значениям проводимости по причине несоблюдения некоторых условий. Необходимо проведение электрохимического синтеза ПАНи, а также анализ других путей синтеза.

Список использованных источников

1. Закономерности развития мехатроники и робототехники. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.federal-space.ru/149/>. Дата обращения: 20.10.15
2. Shripad S. C., Sagar P. K., Chaitanya B. B. Robots Make Our Work Lighter, But We Have Made the Robots Lighter // International Journal of Modern Engineering Research. – Sep-Oct 2013. – V. 3. – I. 5. – pages 2742-2748.
3. Юревич Е. И. Основы проектирования техники: учебное пособие. – Санкт-Петербург: ГОУВПО «Санкт-Петербургский политехнический университет», 2012. – 135 с.
4. Биосовместимые материалы упростят управление искусственными конечностями. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.innoros.ru/news/15/08/biosovmestimye-materialy-uprostyat-upravlenie-iskusstvennymi-konechnostyami>. Дата обращения: 20.10.15
5. Priam P. Development and Characterization of Conducting Polymer Actuators: Thesis ... Doctor of Philosophy in Mechanical Engineering. Massachusetts Institute of Technology. – Cambridge, Massachusetts, 2011. – 127 p.
6. Electroactive polymers. [Электронный ресурс]. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Electroactive_polymers. Дата обращения: 21.10.15
7. Bar-Cohen, Y. Artificial Muscles using Electroactive Polymers (EAP): Capabilities, Challenges and Potential // JPL/Caltech (MS 125-224). Pasadena, California, 2005.
8. Malone E., Lipson H. Freeform Fabrication of Electroactive Polymer Actuators and Electromechanical Devices // Mechanical and Aerospace Engineering, Cornell University. Ithaca, New York, 2006.
9. Arias-Pardilla J., Otero T., Martínez J. G., Ismail Y. A. // Aspects on Fundamentals and Applications of Conducting Polymers. – 2012. – Chapter 5: Biomimetic Sensing – Actuators Based on Conducting Polymers. – Pages 87-113.
10. T.F. Otero, M.T. Cortes, G. Vazquez Arenas. Linear movements from two bending triple-layers // Electrochimica. – 2007. – Acta 53. – pages 1252-1258.
11. Electroactive Polymers and Devices 2013-2018: Forecasts, Technologies, Players. – IDTechEx. – 2011. 89 pages.
12. Smela E., Lu W., Mattes B. R. Polyaniline actuators. Part 1. PANI(AMPS) in HCl // Synthetic Metals. – 2005. – V. 151. – P. 25-42.
13. Madden J. D., Conducting Polymer Actuators: Thesis ... Doctor of Philosophy in Mechanical Engineering. Massachusetts Institute of Technology. – Cambridge, Massachusetts, 2000. – 355p.

СОЗДАНИЕ КОМПОНЕНТНОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА РАЗВЕРТЫВАНИЯ КРЫЛА СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ В СРЕДЕ МАТЛАВ

Майков С.А.

Научный руководитель: Воронин А.В., к.т.н., доцент
Томский политехнический университет, Институт кибернетики
sam10@tpu.ru

Введение

Наземная отработка динамики процессов стыковки, раскрытия и сборки крупногабаритных космических конструкций, предназначенных для работы в условиях невесомости, становится всё более ответственным, трудоёмким и дорогостоящим этапом создания и освоения космической техники.

Сложившаяся практика проектирования и эксплуатации подобных систем предполагает наличие моделирующей системы, позволяющей проводить анализ работы всего стенда, получать его кинематические и динамические характеристики, оценивать точность и качество имитации внешней среды.

В настоящее время компонентное визуальное моделирование является стандартным подходом в автоматизированном моделировании. Оно в гораздо большей степени ориентировано на удобства пользователя, повышает гибкость модели, позволяет опереться на обширные библиотеки моделей компонентов, использовать наглядный способ задания исходной информации и качественную визуализацию результатов моделирования. Компонентное моделирование может быть реализовано в различных средах, в частности в MatLab\Simulink\SimMechanics.

В данной статье изложены результаты начального этапа создания модели крыла солнечной батареи (КСБ) космического аппарата, исходя, прежде всего, из задачи наглядной визуализации процесса раскрытия.

Требования и задачи к построению КСБ

Общий вид типового КСБ космического аппарата представлен на рисунке 1.

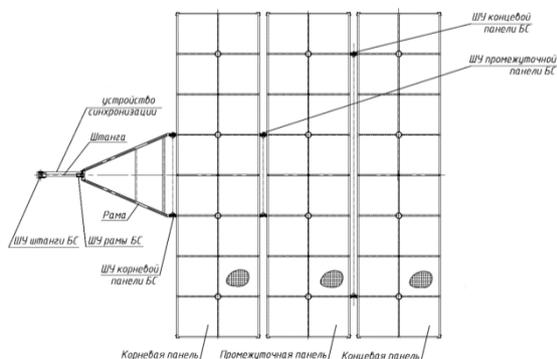


Рисунок 1 - Общий вид КСБ космического аппарата

При построении модели ставилась задача отразить основные особенности кинематической схемы, проанализировать возможности визуализации процесса развертывания на основе использования блоков библиотеки SimMechanics, разработать модели блоков, имитирующих моменты развертывания в шарнирах, а также блоков, имитирующих упругость и трение.

Разработка моделей основных элементов КСБ

В процессе моделирования, как динамика, так и кинематика всей конструкции могут быть изучены простейшими моделями, которые учитывают только особенности механической части объекта моделирования. Например, нет необходимости задавать форму штанги или толщину панелей батарей солнечных (БС). Однако это приводит к недостаточно реалистичной визуализации процесса развертывания. Поэтому, проектируемая модель имеет некоторую избыточность по исходным данным.

Сформулируем основные принципы построения модели.

- Объёмные фигуры в SimMechanics рисуются по координатам. Каждая система координат, расставляемая внутри блока Тела, отображает крайнюю точку объёмного тела при визуализации модели.
- В качестве начальной точки кинематической схемы примем точку (0,0,0) и совместим ее с шарнирным устройством (ШУ) штанги БС (Рис. 1).
- Направления осей мировой системы координат (World) среды проектирования примем по умолчанию [1].
- В качестве начального состояния всей конструкции примем «свернутое» состояние панелей БС.
- Каждое тело, которое необходимо включить в модель, будет описываться в его исходном состоянии, т.е. так, как оно выглядит в начальный момент времени.
- Альтернативным вариантом может быть описание панелей БС в «развернутом» конечном положении. Данный вариант несколько проще и нагляднее в описании, но проигрывает с точки зрения визуализации.

Для создания кинематической части модели необходимо использовать ряд блоков библиотеки SimMechanics [1], без которых модель не будет функционировать:

- блок Земли (Ground) без которого модель не будет иметь физической привязки к пространству;
- блок Окружения (Machine Environment), который описывает окружающие силы;
- блок Тела (Body), который является физической моделью, на которую воздействуют окружающие силы. Он также необходим для визуализации модели.

Помимо этих блоков, существует ряд вспомогательных, таких как блоки сочленений, распределённого окружения, которые дополняют объект моделирования для более точной визуализации объекта, приводят его в движение, а также оказывают дополнительное воздействие.

Модель КСБ состоит из штанги, рамы и пакета панелей (Рис. 1), которые необходимо смоделировать по отдельности. Для создания каждой модели необходимо составить индивидуальную схему, так как бы они находились в начальном положении.

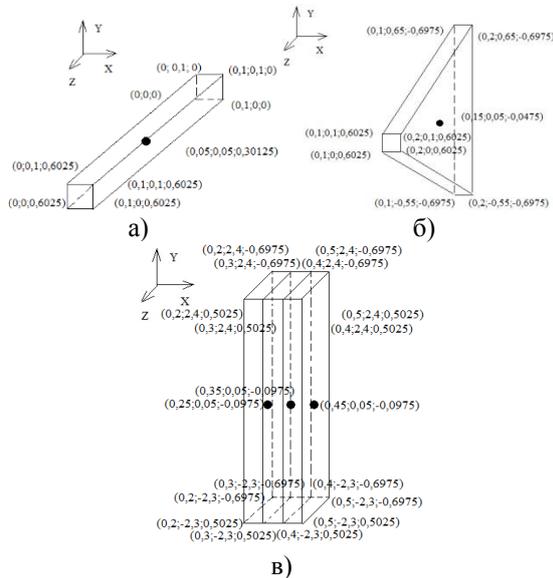


Рисунок 2 - Схемы элементов КСБ

На рисунках 2 а,б,в представлены схемы штанги, рамы и пакета панелей БС, соответственно, с описанием координат каждой точки элемента в пространстве моделирования.

Как видно из схем (Рис. 2 б,в), в ходе моделирования были внесены некоторые упрощения (рама является одним цельным блоком; не учтены зазоры между панелями солнечных батарей). Это связано с ограничениями среды моделирования.

В результате создания моделей каждого из элементов и их объединения получена модель, приведенная на рисунке 3, в которую для улучшения восприятия был добавлен имитатор части корпуса космического аппарата.

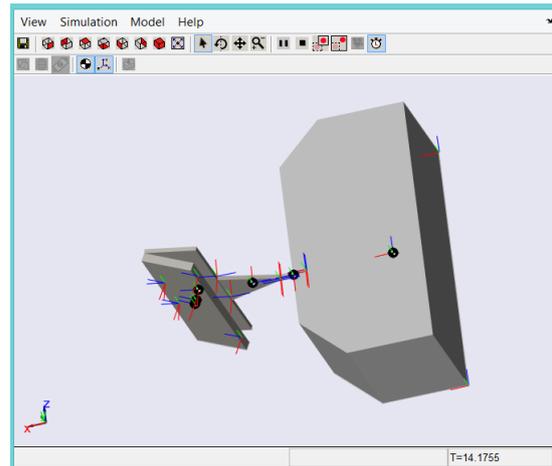


Рисунок 3 - Визуализированная модель КСБ с имитатором корпуса космического аппарата

Заключение

Представленный материал посвящен в основном решению задачи визуализации процесса раскрытия БС, для решения которой был принят компонентный подход к формированию модели в среде MatLab\Simulink\SimMechanics.

Вместе с тем, процедура развертывания панелей достаточно сложна и содержит ряд эффектов, которые должны быть учтены в модели. В частности, это обеспечение синхронизации развертывания штанги и рамы, учет физических ограничений на поворот элементов конструкции (элементы не могут проходить один через другой), задержка раскрытия панелей и т.п. Схемная реализация этих эффектов неоднозначна, а также свои ограничения вносит среда моделирования. Кроме того, в данной модели не учтено трение в шарнирных устройствах, что может повлиять на весь процесс отработки раскрытия КСБ.

Предварительный анализ показал, что все перечисленные задачи могут быть решены в рамках принятого компонентного подхода путем последовательного усложнения модели в сочетании с ее верификацией по результатам вычислительно эксперимента.

Список использованных источников

1. SimMechanics 2 User's guide. [Электронный ресурс]. — URL: <https://mecanismos2mm7.files.wordpress.com/2011/09/tutorial-sim-mechanics.pdf> (Дата обращения 25.10.2015 г.)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ФУНКЦИИ НАГРЕВАТЕЛЯ ЭКСТРУДЕРА

Тхан В.З., Берчук Д.Ю.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
dungvietthan@gmail.com

Введение

Для настройки регуляторов автоматического управления в системах, находящихся в эксплуатации, необходимо иметь информацию о свойствах и параметрах объекта управления. Ее можно получить аналитическим путем на основе законов, описывающих процессы, протекающие в исследуемом объекте. Данный метод имеет много достоинств в отношении задачи получения модели объекта и, особенно, в отношении точности ее структуры. К сожалению, это не относится к численным значениям параметров, так как используемые паспортные данные изделия являются усредненными. Они не учитывают индивидуальные особенности конкретного образца и потому получаемые модели могут иметь значительные погрешности.

В этом отношении определенными преимуществами обладает экспериментальный путь формирования моделей объектов. Он позволяет зафиксировать параметры объекта, существующие на момент эксперимента на конкретной установке.

Подстановка задачи

В процессе работы экструдера происходит процесс тепловой передачи, который характеризуется значительной инертностью и наличием запаздывания, поэтому для исследований в качестве объекта регулирования выбрана температура расплава в шнеке экструдера. Этот параметр прямо влияет на качество диаметра пластиковой нити. Для настройки и управления нужно иметь необходимую информацию об объекте, в том числе передаточную функцию.

Структура передаточной функции объекта управления в большинстве случаев неизвестна или неизвестны значения ее параметров. Поэтому, прежде чем приступить к проектированию системы автоматического регулирования объекта, необходимо провести его исследование, в частности, определить его параметры.

Определение передаточных функций объектов управления может выполняться как аналитическим, так и экспериментальным методами. Аналитический метод требует досконального изучения внутреннего устройства объекта, всех физических процессов, происходящих в нем, использования больших вычислительных мощностей, математический аппарат и, как правило, применяется к объектам уникальным, сложным, дорогостоящим.

Поэтому в большинстве случаев используют экспериментальный метод. Суть экспериментального метода заключается в подаче некоторого входного импульса на вход объекта и мониторинга изменений на выходе объекта, затем экспериментальные данные обрабатываются установленными методами.

Описание эксперимента

При воздействии на входную величину объекта выходная величина изменяется от начального значения до конечного установившегося значения в виде временной характеристики объекта. Такую зависимость называют переходным процессом и, обычно, фиксируют в виде временной диаграммы $h(t)$, содержащей всю необходимую информацию для определения структурной передаточной функции объекта и её параметров.

Для исследования объекта и определения его передаточной функции была разработана экспериментальная схема, представленная на рисунке 1.

Устройство состоит из следующих элементов:
- хомутовый нагреватель тип DGS 450;
- измеритель-регулятора ОВЕН ТРМ212;
- преобразователя интерфейсов АС;
- компьютер для хранения данных.

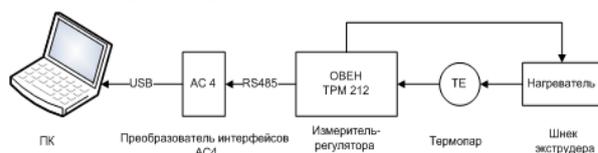


Рисунок 1 - Функциональная схема подключения приборов

Ход эксперимента заключается в следующем:

При автоматизации процесса экструзии в зоне нагрева шнека требуется поддерживать заданную температуру на фильере.

На вход нагревателя подаем напряжение от нуля, измеритель показывает значение температуры на выходе равное комнатной температуре. Температура измеряется термопарой и отображается на индикаторе измерителя-регулятора ТРМ212.

Измеритель-регулятор в комплекте с первичным преобразователем предназначены для измерения физического параметра контролируемого объекта, отображения измеренного параметра на встроенном цифровом индикаторе; а также для формирования сигналов управления

встроенными выходными устройствами, которые осуществляют регулирование измеряемого параметра.

Преобразователь интерфейсов АС4 представляет собой устройство для взаимного электрического преобразования сигналов интерфейсов RS232 и RS485, обеспечивающее гальваническую изоляцию входов между собой и от питающей сети. Преобразователь позволяет подключать к промышленной информационной сети RS485.

Персональный компьютер предназначен для управления, контроля, сбора и сохранения данных о ходе эксперимента, и визуализации процесса выполнения исследования.

В результате проведенного эксперимента был получен график переходной характеристики объекта $T(t)$. При определении временной переходной характеристики объекта управления, воздействие является изменяемой входной величиной, в данном случае – напряжением на входе нагревателя. Выходная величина объекта – температура, при этом также изменяется от начального установившегося значения до конечного значения. Кривая временной переходной характеристикой объекта управления представлена на рисунке 2.

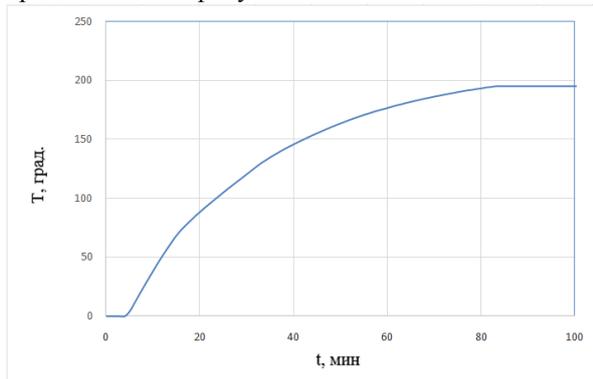


Рисунок 2 - Переходная характеристика нагревательного элемента

Для определения передаточной функции объекта используется вещественный интерполяционный метод (ВИМ).

Метод ВИМ базируется на вещественном интегральном преобразовании

$$F(\delta) = \int_0^{\infty} f(t)e^{-\delta t} dt, \delta \in [C, \infty), C \geq 0, \quad (1)$$

которое ставит в соответствие оригиналу $f(t)$ изображение $F(\delta)$ в виде функции вещественной переменной δ . Формулу прямого преобразования (1) можно рассматривать как частный случай прямого преобразования Лапласа при замене комплексной переменной $p = \delta + j\omega$ на вещественную δ . Еще один шаг, направленный на развитие инструментария метода, - переход от непрерывных функций $F(\delta)$ к их дискретным аналогам с целью применения средств вычислительной техники и численных методов. Для этих целей в ВИМ введены численные характеристики $\{F(\delta_i)\}_n$. Их получают как совокупность значений функции $F(\delta)$ в узлах $\delta_i = 1, 2, \dots, n$.

В результате была получена передаточная функция, учитывающая запаздывание в виде:

$$W_H(p) = \frac{1,96}{24,451p + 1} \cdot e^{-24t}$$

Заключение

В результате эксперимента разработана схема, позволяющая определять коэффициенты передаточной функции температуры нагрева экструдера по эксперименту с использованием вещественного интерполяционного метода.

Список литературы

1. Раувендааль Крис Экструзия полимеров: пер. с англ. / К. Раувендааль; П. Дж. Грэмман; Б. А. Дэвис; Т. А. Освальд, - СПб.: Профессия, 2006, - 768 с.; ил., - Hanser, - Библиогр.: с, 751-754, - Алфавитно-предметный указатель: с, 755-762., - ISBN 5-93913-102-6.
2. Пупков К.А., Егунов Н.Д., Методы классической и современной теории автоматического управления, Синтез регуляторов систем автоматического управления, Том 3.
3. А.С. Алексеев, А.А. Антропов, В.И. Гончаров, С.В. Замятин, В.А. Рудницкий; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 219с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ

Гиберт И.А., Фадеев А.С.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
gibert1993@mail.ru

Введение

НОУ «Открытый молодёжный университет» (НОУ «ОМУ») - инновационное образовательное учреждение, которое с 2001 года работает в направлении улучшения образовательных технологий, реализуя современные программы развития творческого потенциала и IT-подготовки школьников с 1 по 11 класс на территории РФ на основании Лицензии от 03.03.2011 г, серия РО № 001528.

Главная цель Открытого молодежного университета — дать каждому ребёнку и молодому человеку ту индивидуальную составляющую развития, которая позволит ему реализовать себя в самых разных сферах деятельности, создавая собственные авторские проекты, и предоставит возможность легко ориентироваться в мире высоких технологий и креативного творчества.

Открытый молодёжный университет предлагает 43 обучающих курса, на основании которых ежегодно формируется более 500 образовательных программ, соответствующих индивидуальным интересам и запросам учащихся.

Научно образовательное учреждение НОУ ОМУ использует систему управления взаимоотношениями с клиентами Terrasoft CRM.

Система управления взаимоотношениями с клиентами (CRM - система) – это прикладное программное обеспечение для организаций, предназначенное для автоматизации стратегий взаимодействия с заказчиками (клиентами), установления и улучшения бизнес-процессов и последующего анализа результатов [1].

Terrasoft CRM - это CRM-система, которая охватывает основные сферы управления взаимоотношениями с клиентами и организации внутренних процессов компании. Приложение имеет клиент-серверную архитектуру, поддерживает 2 схемы лицензирования — именные и конкурентные лицензии, приобретаемые в пожизненное пользование. Согласно отчетам, IDC [2], Terrasoft занимает 3 место на российском рынке CRM-систем. В образовательном учреждении НОУ «Открытый молодёжный университет» для хранения и анализа информации о школах и школьниках используется CRM-система Terrasoft.

Индивидуальные образовательные траектории

Индивидуальные образовательные траектории формируются на основании интересов обучающихся, проявленных в процессе обучения к определенному направлению, а также с учётом

современных тенденций в образовании и динамично растущим интересом общества к портфолио школьника. В процессе формирования индивидуальной образовательной траектории обязательно учитываются методические рекомендации к изучению курса: рекомендуемый возраст, порядок прохождения курсов, взаимоисключения, а также требования к получению сертификатов, утверждённые в НОУ «ОМУ». В сертификаты включается инвариантная (обязательная) часть программы и вариативные курсы, из которых возможен выбор по предпочтению учащегося.

Для формирования индивидуальной образовательной траектории необходимо не только проанализировать ранее изученные курсы, но и сопоставить их с возможностями дальнейшей сертификации учащегося.

Формирование образовательных траекторий в организации производится ведущими специалистами Центра сопровождения учебного процесса в ручном режиме. Выполняя монотонную и сложную работу в ручном режиме, специалисты допускают ошибки, что негативно влияет на лояльность обучающихся и продолжение обучения в образовательной организации. Кроме того, в этот период специалисты не могут заниматься выполнением других задач.

Автоматизация позволяет экономить средства, исключать неточности и погрешности, оперативно предоставлять обучающимся информацию, перераспределить занятость специалистов, переключить квалифицированный кадровый состав на выполнение других задач.

Основной задачей работы является разработка дополнительного функционала для базы данных CRM Terrasoft, анализа входных данных по учащимся и автоматизации формирования индивидуальных образовательных траекторий. Результаты обработки данных должны выводиться в понятной и доступной пользователю форме с учетом возрастных и методических рекомендаций.

Таким образом возникает необходимость в создании эффективного алгоритма формирования образовательных траекторий и реализации данного алгоритма средствами Terrasoft CRM.

Модификация базы данных

CRM-система Terrasoft хранит информацию в реляционных базах данных MS SQL. Таким образом при внедрении CRM-системы Terrasoft в образовательное учреждение НОУ «Открытый молодёжный университет» была разработана в соответствии с предоставленным техническим

заданием база данных. Но для решения задачи автоматизации процесса формирования образовательных траекторий существующую базу данных требовалось доработать и были добавлены следующие таблицы: группы траекторий, траектории обучения, курсы в группе траектории, сертификаты в группе траектории и студенты в группе траектории. Модифицированная база данных представлена на рис. 1.

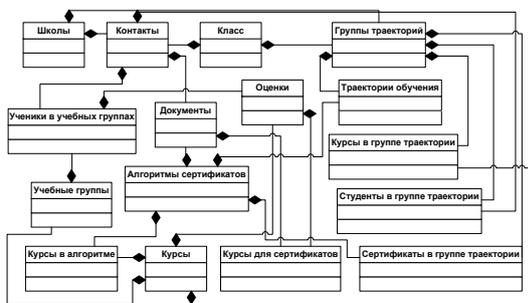


Рисунок 1 - Модифицированная база данных

Алгоритм формирования образовательных траекторий

Процесс формирования образовательных траекторий не был автоматизирован и конкретного алгоритма выполнения данной задачи не существовало. Разработанный алгоритм формирования образовательных траекторий представлен на рис.2.



Рисунок 2 - Алгоритм формирования образовательных траекторий

На вход данного алгоритма передается единственный параметр: выбранная пользователем школа, для которой формируются образовательные траектории.

На выходе формируется отчет «FastReport». В отчете содержатся следующие данные:

- список групп траекторий;
- ученики, включенные в группы траекторий;
- образовательные траектории для сформированных групп.

Алгоритм формирования образовательной траектории для группы

Данный алгоритм описан для одной группы траектории и в общем алгоритме функция, описанная данным алгоритмом, вызывается столько раз, сколько групп траекторий сформировано.

На вход данной функции передаются следующие данные: группа траектории, ученики группы, курсы и сертификаты данной группы.

Для полученной группы траектории выгружаются все существующие сертификаты текущего года и все курсы входящие в данные сертификаты. Затем для каждого сертификата осуществляется проверка требований каждого курса, входящего в данный сертификат. Все курсы соответствующие требованиям, помечаются как кандидаты на включение в образовательную траекторию группы. После чего происходит проверка требований сертификата. Если сертификат не подходит по требованиям для данной группы, то данный сертификат и все входящие в него курсы не включаются в образовательную траекторию. Если же проверка сертификата прошла успешно, то происходит проверка списка исключений. Если же и проверка исключений проходит успешно, то данный сертификат и прошедшие успешно проверку курсы включаются в образовательную траекторию группы. Такие действия выполняются для каждого сертификата.

Как результат, на выходе функции «Формирование образовательной траектории для группы» получается образовательная траектория полученной на вход группы траектории.

Заключение

Проведен обзор возможностей и архитектуры CRM-системы Tetasoft, используемой в НОУ «Открытый молодежный университет», а далее разработаны эффективные алгоритмы формирования образовательных траекторий студентов и реализованы с помощью изученных ранее инструментов, предоставляемых CRM-системой Tetasoft.

В итоге был разработан модуль для CRM-системы Tetasoft, который позволил автоматизировать процесс формирования образовательных траекторий. На текущий момент данный модуль внедрен в CRM-систему НОУ «Открытый молодежный университет» и успешно используется, что существенно сократило временные и финансовые затраты.

Литература

1. Андерсон К. Менеджмент, ориентированный на потребителя: CRM-технологии как основа новых отношений с клиентом: [Пер. с англ.] К. Андерсон, К. Керр; Пер. А. Успенский. - М.: 2003. - 288 с.
2. Российская аналитическая компания IDC [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://idcrussia.com/ru/>

КОНСТРУИРОВАНИЕ ОРИЕНТИРУЮЩЕЙ И ПОЗИЦИОНИРУЮЩЕЙ ЧАСТЕЙ МАНИПУЛЯТОРА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПРОКОЛА ВЕНЫ

Трапп С.А.

Научный руководитель: Пякилля Б.И.
Томский политехнический университет
s.a.trapp@mail.ru

Введение

В настоящее время происходит активное развитие нового направления в медицине – «Роботизированная хирургия», то есть хирургия с использованием робота или робототехнической системы во время хирургической операции [1].

Однако, процесс оперирования с помощью робототехнических систем пока не возможен без участия человека. Помимо хирурга, управляющего медицинским роботом, требуется дополнительный медицинский персонал. Дополнительный медицинский персонал необходим в тех ситуациях, когда состояние пациента в процессе проведения операции дестабилизируется и ему необходимо вводить препараты внутривенно для стабилизации самочувствия.

Таким образом, чтобы исключить дополнительный медицинский персонал из процесса хирургической операции, необходимо создать систему, способную самостоятельно вводить в вену медикаменты. В данной работе приведено конструирование части этой системы: ориентирующей и позиционирующей частей манипулятора системы автоматического прокола вены (САПВ).

В настоящее время уже существуют системы, позволяющие автоматически проколоть вену, но они не способны автоматически менять медицинский инструмент (шприц, иглу, иглу-бабочку и т.д.) и вводить препараты в вену [2].

Кинематическая схема манипулятора САПВ

Структура кинематической цепи манипулятора САПВ должна обеспечивать произвольное позиционирование исполнительного инструмента, ось фиктивного сочленения которого не совпадает с осью симметрии инструмента, в рабочем пространстве. Таким образом, кинематической цепи манипулятора САПВ должна иметь шесть степеней подвижности.

Кроме того, разрабатывая кинематическую цепь манипулятора, следует учесть, что не каждый манипулятор с шестью степенями подвижности является разрешимым, что необходимо предусматривать, на этапе конструирования.

Манипулятор имеет аналитическое решение и способен достигнуть произвольной ориентации, если три соседние оси сочленений ортогональны и пересекаются в одной точке [3].

Опираясь на данное условие, была разработана схема, представленная на рисунке 1.

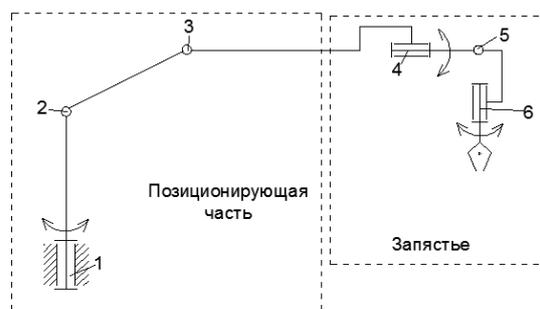


Рисунок 1 - Кинематическая схема позиционирующей и ориентирующей частей манипулятора

Как видно из рисунка 1, конструируемый манипулятор состоит из кинематически простой позиционирующей и ориентирующей частей. Поэтому в данном случае манипулятор традиционно классифицируется в соответствии с конструкцией первых трех сочленений. Поскольку первые три сочленения манипулятора шарнирные, то и манипулятор классифицируется как шарнирный манипулятор.

Оценка рабочего пространства

Интерес представляет произвольно достижимое рабочее пространство манипулятора. Для определения данного пространства были заданы геометрические параметры объектов входящих в это пространство: часть предплечья, которая будет использоваться для прокола САПВ, и трубки капельницы.

Каждый человек имеет разный размер предплечья, поэтому для расчета данной области использовался обхват самого большого предплечья в мире, обладателем которого является норвежский бодибилдер Гуннар Росбо [4]. Обхват предплечья Гуннара Росбо составляет 52 см. Предплечье аппроксимировано до полуцилиндра радиусом 113 мм и длиной 200 мм.

Область, в которой должны располагаться трубки капельницы аппроксимирована параллелепипедом 100x50x20 мм.

Таким образом, заданы были геометрические параметры объектов входящих в рабочее пространство.

Расчет длин звеньев позиционирующей части

Манипулятор САПВ имеет шарнирную конфигурацию, следовательно, рабочее пространство манипулятора будет представлять собой сферу радиусом R , центр которой лежит в точке пересечения осей сочленения первого и второго звеньев. Радиус сферы будет равен сумме длин второго и третьего звеньев.

Кинематическая схема позиционирующей части представлена на рисунке 2.

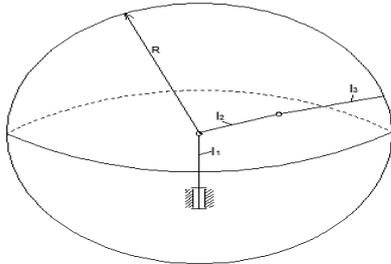


Рисунок 2 - Позиционирующая часть манипулятора САПВ

Учитывая геометрические параметры объектов, входящих в состав рабочего пространства и их взаимное расположение, была найдена общая длина второго и третьего звена манипулятора САПВ, которая составляет 390 мм. Длина первого звена интереса для расчета не представляет.

Оценка необходимых крутящих моментов

На рисунке 3 представлен манипулятор САПВ с упрощенными геометрическими параметрами схвата и звеньев. Цифрами обозначены номера приводов.

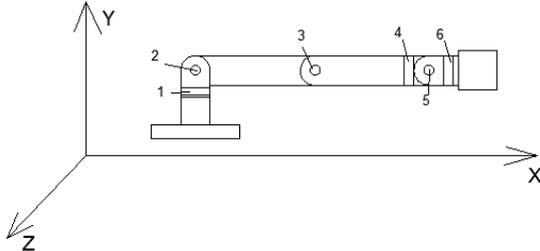


Рисунок 3 - Эскиз манипулятора САПВ для расчета вращающих моментов

Расчеты крутящих моментов привода представлены в таблице 1.

Таблица 3. Показатели работы алгоритма при различном n чередовании кадр

Номер привода	Момент инерции J , кг·м ²
1	0,325
2	0,325
3	0,223
4	$3,998 \cdot 10^{-3}$
5	$3,59 \cdot 10^{-3}$
6	$2,03 \cdot 10^{-4}$

Следует отметить, что данные, приведенные в таблице 1, достаточно приближенные. Для приблизительного расчета в качестве металла манипулятора был принят дюралюминий Д16. Каждое звено было аппроксимировано трубой круглой. Каждый привод был аппроксимирован цилиндром.

Заключение

В результате работы получены структурная схема САПВ, кинематическая схема, имеющая аналитическое решение. Также определены геометрические параметры объектов, входящих в произвольно достижимое рабочее пространство манипулятора и их взаимное расположение и установлена общая длина второго и третьего звеньев позиционирующей части манипулятора САПВ. Более того, установлено, что длина первого звена манипулятора САПВ не представляет интересов для расчетов.

Для расчетов параметров электроприводов составлен эскиз манипулятора САПВ и для составленного эскиза рассчитаны минимальные крутящие моменты электроприводов.

Список использованных источников

1. Информационный портал ru.wikipedia.org. Роботизированная хирургия. [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Роботизированная_хирургия, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 10.03.2015 г;
2. Информационный портал www.nanonewsnet.ru. Робот будет брать анализ крови. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nanonewsnet.ru/news/2013/robot-budet-brat-analiz-krovi>, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 5.04.2015 г;
3. Крейг Д. Введение в робототехнику: механика и управление.: М. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2013. – 564 с.;
4. Информационный портал extrastrong.ru. Силовой тренинг, фитнес и бодибилдинг, увеличение мышечной массы. Самые большие мышцы предплечья в мире, Гуннар Росбо. [Электронный ресурс]. URL: <http://extrastrong.ru/2012/10/25/world-biggest-forearms-muscle-gunnar-rosb/>, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 9.04.2015 г.;

МЕТОДЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ДВИЖУЩЕГОСЯ ОБЪЕКТА С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНДУКТИВНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

Е.А. Погадаев

Научный руководитель: В.В. Курганов

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
egor.pogadaev@gmail.com

Введение

Современное производство характеризуется повышением качества производимой продукции. Это во многом достигается за счет автоматизации, формализации и оптимизации алгоритмов управления и исключения субъективного (человеческого) фактора из процесса управления.

В настоящей статье рассмотрены вопросы оптимизации алгоритмов управления в системе позиционирования движущегося объекта с применением индуктивного преобразователя перемещений. Сфера применения индуктивных датчиков перемещений, особенно в системах позиционирования и контроля подвижных объектов, велика и является одной из актуальных и достаточно сложных технически задач на сегодняшний день.

Принцип работы индуктивного преобразователя перемещения

Индуктивными называют преобразователи, преобразующие значение измеряемого перемещения в значение индуктивности.

Индуктивность L – это коэффициент пропорциональности между электрическим током I , текущим в каком-либо замкнутом контуре, и магнитным потоком Φ , создаваемым этим током через поверхность, ограниченную этим контуром.

$$\Phi = LI \quad (1)$$

Индуктивные преобразователи перемещения позволяют определить наличие или отсутствие объекта, их количество, размеры и т.д. Кроме того иногда возникает необходимость определить не только присутствие объекта в зоне чувствительности датчика, но кроме того определить его вектор движения.

Изменение воздушного зазора приводит к изменению индуктивности, которое приводит к изменению тока в цепи.

На рисунке 1 представлена характеристика процесса в зависимости от положения объекта позиционирования относительно датчика. [1]

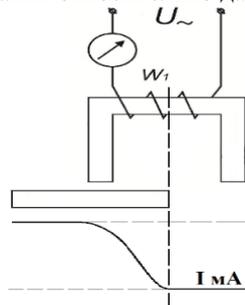


Рисунок 1 - Зависимость положения объекта относительно датчика

В общем виде характеристика зависимости изменения выходного сигнала преобразователя от площади перекрытия подвижным объектом площади чувствительной поверхности представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 - Выходная характеристика преобразователя перемещения

Стоит отметить, что наиболее точное положение объекта характеризуется экстремумом функции.

В качестве примеров реализации позиционирования движущегося объекта рассмотрим алгоритм, обеспечивающий максимальную точность позиционирования, когда критерием точности выступает точность достижения экстремума. [2]

Для реализации указанного примера объект перемещается мимо чувствительной плоскости датчика монотонно, при этом реально задача позиционирования выполняется с неким запаздыванием относительно экстремума, которое необходимо компенсировать обратным ходом движущегося объекта.

Методы оптимизации поиска экстремума функции

Наиболее простым методом оптимизации является однопараметрическая оптимизация (поиск экстремумов функций одной переменной).

Методы одномерной оптимизации могут быть разделены на три группы:

- методы исключения интервалов (группа методов может использоваться как для непрерывных, так и для разрывных и дискретных функций);
- методы точечного оценивания на основе полиномиальной аппроксимации;
- методы с использованием производных. [3]

К методам исключения интервалов относятся: - Метод половинного деления (дихотомии). Первоначальный интервал $[a, b]$ делится на две равные части и заданная точность нахождения решения ϵ откладывается в обе стороны от точки деления. Затем интервал поиска сужается в соответствии с теоремой интервалов, и процедура деления повторяется, до тех пор, пока не

выполнится условие отснова. Геометрическая иллюстрация, приведена на рисунке 3.

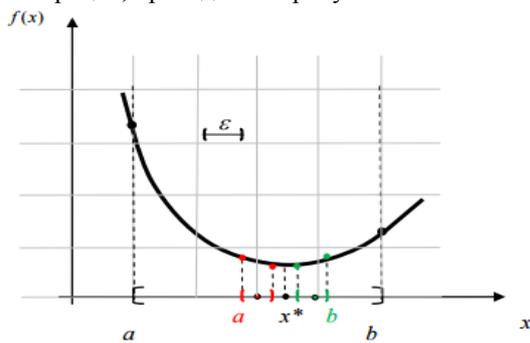


Рисунок 3 - Геометрическая иллюстрация метода дихотомии

- Минимаксная стратегия поиска экстремума. Цель подобной стратегии - минимизация максимально возможного интервала неопределенности, в котором находится минимум (максимум) некоторой функции. Схема минимаксной стратегии метода дихотомии приведена на рисунке 4.

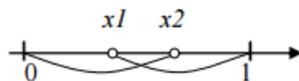


Рисунок 4 - Схема минимаксной стратегии метода дихотомии

- Метод золотого сечения. В основе метода лежит принцип деления отрезка в пропорциях золотого сечения в обоих направлениях, т.е. выбираются две точки x_1 и x_2 , такие что:

$$\frac{b-a}{b-x_1} = \frac{b-a}{x_2-a} = \phi = \frac{1+\sqrt{5}}{2} = 1.618, \quad (2)$$

где ϕ – пропорция золотого сечения.

- Метод равномерного поиска. В алгоритме точки, определяются путем равномерного деления интервала $[a, b]$ на N одинаковых подынтервалов. Из вычисленных значений функции $F(x)$ выбирается наименьшее. Пусть это значение достигается в точке x_k . Тогда подынтервалы $[a, x_{k-1}]$, $[x_{k+1}, b]$ можно исключить из рассмотрения, т.е. сделать очередным интервалом неопределенности интервал $[x_{k-1}, x_{k+1}]$.

При выборе одного из методов, необходимо сравнивать две основные характеристики: сходимость, число шагов k получения минимума с точностью ε (эффективность).

При рассмотрении методов исключения интервалов к оптимизируемой функции предъявлялось лишь одно требование – унимодальность. При увеличении количество требований, необходимо использовать более эффективные алгоритмы поиска, например, метод квадратичной аппроксимации (метод Пауэлла) или методом одномерного поиска с использованием производных, к которому относятся (метод Ньютона – Рафсона).

Основная идея этой группы методов связана с возможностью аппроксимации гладкой функции полиномом. Затем полученный полином, как легко

дифференцируемая функция, используется для оценки экстремума.

Использование того или иного метода одномерной оптимизации зависит от следующих моментов:

- вида исходной целевой функции;
- целей решения конкретной задачи.

Методы оптимизации, основанные на полиномиальной аппроксимации и вычислении производных более эффективны, чем методы исключения интервалов. Но это выполняется при условии, что целевая функция достаточно гладкая и непрерывная. Цели решения задачи накладывают ограничения на основные характеристики методов:

- время получения решения;
- точность полученного экстремума;
- чувствительность алгоритма к начальным условиям.

Заключение

Для выбора наиболее подходящего метода позиционирования объекта необходимо подобрать оптимальный метод оптимизации поиска экстремума функции. Приоритет метода может определяться критичностью к той или иной характеристике. Так, например, тот же точечный метод обеспечивает высокую точность для гладких функций. Однако на быстроизменяющихся функциях работает весьма медленно и, следовательно, не удовлетворяет показателю времени получения решения. Методы с использованием производных работают только при аналитически заданных функциях, для которых возможно оценить производную без дополнительных погрешностей. Но в технических приложениях целевая функция чаще задается таблично, как результат эксперимента и измерения некоторого показателя. В этом случае возможно использование только интервальных методов. И, наконец, объединение некоторых методов может принести ощутимое улучшение показателей оценки экстремума.

Литература

1. Погадаев Е.А., Курганов В.В. Использование индуктивного преобразователя перемещения для решения задачи позиционирования движущегося объекта // Молодежь и современные информационные технологии. Сборник трудов XII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Национальный исследовательский Томский политехнический университет. Томск. - 2014. - С. 392-393.
2. Курганов В.В. Индуктивные преобразователи перемещения // Методические указания. - Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – С. 4-18.
3. Кочегурова Е.А. Теория и методы оптимизации // Томский политехнический университет. - Томск. - 2012. - С. 24-38.

РАЗРАБОТКА ПОДОГРЕВАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ТЕХНИКИ, УПРАВЛЯЕМОЙ ПРОГРАММНЫМ КОНТРОЛЛЕРОМ

Кабанец А.А., Фицнер А.Ф., Ильин М.С.

Омский государственный технический университет
kabanets-95@mail.ru

Введение

Так как мы живем в Западной Сибири с довольно суровыми зимами. Для России остается важной и актуальной проблема применения ГСМ на технике при низких температурах. Территория страны имеет большие регионы с продолжительными зимами, где хранение и эксплуатация техники проводится при низких температурах.

Для обеспечения готовности техники в этих условиях, необходимо чтобы применяемые топлива свободно прокачивались в топливных системах при низких температурах окружающего воздуха в данных климатических зонах.

Это тема затрагивает одну из самых актуальных проблем на сегодняшнее время - транспорт. Как известно многие фирмы, работающие на севере и Сибири, имеют множество проблем с эксплуатацией специализированной техники из-за низких температур окружающей среды (от -45 до -64). Это связано с эксплуатацией транспортных средств, не предназначенных к данным климатическим условиям.

Основной целью нашей работы является разработать модель на основе которой будет обеспечиваться эксплуатация транспортных средств на летних сортах дизельных топлив и масел в условиях низких температур.

Проведенные исследования:

- 1) низкотемпературных свойств дизельных топлив и масел;
- 2) факторов, влияющих на прокачиваемость дизельного топлива (температура и фильтры тонкой очистки);
- 3) конструкции системы подачи;

Планируемые исследования:

- 1) полной сборки подогревательной системы;
- 2) детального анализа износа автомобильных запчастей (при перепадах температуры);

Объект исследования

В данной научной работе проведен анализ низкотемпературных свойств дизельных топлив и масел, совершенствование устройства, обеспечивающего применение летних дизельных топлив и масел в условиях низких температур на специализированной технике.

Факторы, влияющие на прокачиваемость ДТ:

Вязкость ДТ (вязкость при 20 °С для летних сортов в пределах 3,0÷6,0 сСт, для зимних сортов 1,8÷5,0 сСт, для арктических 1,5÷4,0 сСт.)

Температура помутнения и застывания (Дизельное топливо выпускается согласно ГОСТ 305-82 трех марок: Л – летнее, применяемое при температуре окружающей среды не ниже 0°С, З – зимнее до – 30°С, А – арктическое до – 50°С.)

Условия прокачиваемости ДТ (свойства ДИЗТОПЛИВА, обеспечивающие бесперебойную подачу ДИЗТОПЛИВА в цилиндры в необходимом количестве. Определяется вязкостью низкотемпературными характеристиками, содержанием механических примесей, смол и других загрязнений, влияющих на прохождение топлива через фильтр).

Конструкция систем подачи

Разработка системы обеспечения применения ДТ и масел в условиях низких температур:

- Исходные данные для разработки системы
- Измерение и регулирование температур
- Промышленные виды позисторов, осуществляющие измерение и регулирование температур
- Разработка системы и проведение стендовых испытаний
- Расчет технико-экономического анализа

При низких температурах дизельное топливо становится более вязким, в нем начинают образовываться парафины, что затрудняет работу всей топливной системы. Самыми уязвимыми местами автомобиля является фильтр тонкой очистки, топливная магистраль и топливный бак. Подогрев дизельного топлива в зимний период позволяет уменьшить вязкость дизельного топлива, предотвратить парафинизацию в топливной системе двигателя автомобиля.

В качестве примера для установки подогревательной системы рассмотрим специализированное транспортное средство УРАЛ. На котором был установлен бандажный подогреватель топливного фильтра (ПБ-101,12-24В), существующий в двух вариациях, мощностью 12В и 24В (в зависимости от размера

фильтра), то есть чем больше габаритные размеры фильтра тем больше должна быть мощность. Так же на транспортном средстве был установлен подогрев топливной системы [подогреватели проточные и ленточный по всей длине магистрали (ПП-202)], в топливном баке данного

транспортного средства был установлен подогреваемый топливозаборник (ТП-302), который обеспечивает, подогрев ДТ на начальном уровне.

Был установлен подогрев фильтров сепараторов (ПС-201). Эта установка дает возможность улавливать загрязнения ДТ на начальном этапе движения.

Для каждого из подогревательных элементов была составлена характеристика. По ней мы отобрали оптимально эффективные подогревательные элементы. Рассмотрим один из подогревательных элементов.

Подогреватели НОМАКОН™ ПД-200 устанавливаются между посадочной головкой двигателя и корпусом топливного фильтра и подключаются к бортовой электросети автомобиля. В случае ручного управления выключатель с индикацией устанавливается в кабине водителя.

Подогреватель сохраняет работоспособность при изменении напряжения питания в пределах 85-125 % от номинального напряжения. Срок службы подогревателя не менее 5 лет, средняя наработка на отказ не менее 3000 ч.

В зависимости от температуры окружающей среды рекомендуемая длительность предпускового разогрева фильтра от аккумулятора составляет 5-10 минут. В режиме маршевого разогрева при работающем двигателе ориентировочно потребуется одна минута для повышения на 1 градус температуры дизельного топлива. Планируем создание программного контроллера. Основные возможности контроллера:

1. Отслеживание работоспособности подогревательных элементов
2. Ручное и автоматическое управление подогревательными процессами
3. Автономная работа при заглушенном двигателе

Экономическая выгода:

По трудовому кодексу РФ рабочий день должен быть 8 часов. Остальное время машины работают на холостом ходу. Из расчета, что транспортное средство Урал на холостом ходу использует 10 литров за 1 час, при этом работая 16 часов. Из этого следует, что за 16 часов сгорит 160 литров. Возьмем среднюю стоимость 1 литра зимнего ДТ за 30руб/л. Получается за 16 часов-4800 рублей. Без учета движение автомобиля во время работы. За месяц (30 дней)-144000 рублей и это без учета движения. Так же вследствие постоянной работы увеличивается износ рабочих частей двигателя. Из-за того, что двигатель постоянно

находится в рабочем режиме нуждается в постоянной поддержке уровня моторного масла и охлаждающей жидкости (тосол).

Средняя стоимость автоматической подогревательной системы –от 10000 до 15000 рублей. С подогревательной системой подогрев дт осуществляется в автономном режиме, за счет электроэнергии аккумулятора без расхода дт. С подогревательной системой целесообразней использовать летний сорт дт (цена за 1л-27рублей.), т.к система в автоматическом режиме поддерживает температуру дт. Подогревательная система полностью окупит себя за 4-5 суток.

Данная работа выполняется при поддержке фонда содействия развития малых инновационных предприятий в научно-технической сфере. Номер договора **0010789**.

Биографический список

1. Computer Science and Automation Engineering (CSAE), 2011 IEEE International Conference on (Volume: 2), 10-12 June 2011, 582 – 585 pages.

2. Electrical Engineers, Journal of the Institution of (Volume: 72, Issue: 436), April 1933, 269 – 295 pages.

3. Critoph, R.E, Physical Science, Measurement and Instrumentation, Management and Education - Reviews, IEE Proceedings A (Volume:127 , Issue: 5), June 1980, 326 – 329 pages.

4. Robinson, Alex L.; Manginell, Ronald P.; Moorman, Matthew W., »MICROFABRICATED FUEL HEATING VALUE MONITORING DEVICE" , Patent No. 7708943

5. Воробьев Л. А., Стриха И. И. Эффективное использование топливно-энергетических ресурсов в жилищно-коммунальном хозяйстве БССР. 1987. – 74 с.

МОНОКОЛЕСО КАК РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ПЕРСОНАЛЬНОГО СРЕДСТВА ПЕРЕДВИЖЕНИЯ

Дмитриев И.О., Тептюк А.Д., Катков В.В.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
elisdemitrio@gmail.com

Введение

На сегодняшний день всё актуальней становится использование экологически чистых транспортных средств. Кроме того, ввиду роста популярности персонализированных мобильных устройств и гаджетов решение этой проблемы находит совершенно необычные решения. Одним из таких решений стало моноколесо.

Моноколесо представляет собой электрическое транспортное средство, управление которым осуществляется за счёт системы гироскопической стабилизации (Рис. 1).



Рисунок 1 - Моноколесо [1]

Первая разработка была представлена в 2012 году в Соединённых Штатах Америки и очень быстро стала набирать популярность не только среди молодёжи, но и среди зрелого поколения.

Модельный ряд

На сегодняшний день основными производителями данного средства передвижения являются такие компании, как: Solowheel, IPS, Airwheel, Ninebot, Inmotion [1]. Основное число компаний, занимающихся производством моноколёс, находится в Китае, Японии, США и Южной Корее.

Каждая компания нацелена на свою целевую аудиторию и выпускает различные модели данного транспортного средства. Некоторые из них имеют динамики для прослушивания музыки, сенсорный экран для удобства пользования или систему блокировки через пин-код.

Также все они отличаются по техническим характеристикам, таким как запас хода, масса, мощность двигателя, максимальная скорость, максимальная нагрузка и т.д. Отличие данных характеристик в первую очередь отражается на цене модели. В среднем она варьируется от 25 до 75 тысяч рублей. Для сравнения в таблице 1 представлены технические характеристики и цены основных моделей различных компаний [2].

Таблица 1. Технические характеристики и цены моделей моноколёс основных компаний-производителей (данные представлены на 2014 год) [2]

Характеристики	IPS 111	Airwheel X6	Solo Wheel 1	Inmotion V3
Запас хода, км	35	25	16	25
Мощность электромотора, Вт	950	1000	1500	-
Максимальная скорость, км/час	14	18	16	18
Масса, кг	12	11	11	13,5
Максимальная нагрузка, кг	120	120	100	120
Ориентировочная цена, тыс. руб.	47	39	70	60

Из таблицы видно, что в среднем колесо развивает скорость около 15 км/ч (скорость бегущего человека около 20 км/ч), что говорит о его возможности значительно экономить время передвижения в городских условиях.

Устройство моноколеса

Моноколесо обычно включает в себя следующие составные части: колесо (иногда два), состоящее из обода с электромагнитами, и шины (являющееся статором), пластикового или углепластикового корпуса, внутреннего обода с электромагнитами (являющегося ротором), системы управления, обычно включающей в себя несколько гироскопов, акселерометров, микропроцессор и источник питания. На корпусе имеется панель управления с индикатором уровня батареи и разъёмом для зарядного устройства, а также ручка для транспортировки моноколеса и две подножки.

Движителем моноколеса обычно является синхронный бесколлекторный электродвигатель постоянного тока. Главной его особенностью и преимуществом является отсутствие коллектора, что даёт более высокий КПД, диапазон изменения скорости, позволяет выдерживать большую нагрузку на валу, делает его компактным и т.д. [3].

В зависимости от модели на моноколесе присутствуют мягкие прорезиненные панели для ног, что обеспечивает более удобное и комфортное управление им, габаритные огни для обеспечения безопасности передвижения в тёмное время суток, а также система GPS и устройство Bluetooth, позволяющие владельцу получить данные о

состоянии и расходе батареи, пройденном расстоянии, об изменении скорости и её среднем значении, определить своё место положение и местоположение моноколеса в случаях кражи или угона.

Принцип работы

Принцип работы моноколеса заключается в следующем: во время его отклонения от вертикального положения срабатывает система стабилизации и набора скорости; колесо начинает движение вперёд. Увеличение скорости происходит пропорционально отклонению моноколеса от вертикального положения. Однако это отклонение имеет свой предел. В среднем значение продольного смещения моноколеса от вертикальной оси не превышает 30° . Это позволяет сохранять равновесие человеку, который им управляет.

Максимальная скорость также ограничена с целью не только обеспечения лучшего контроля управления, но и безопасности.

Для того чтобы прекратить движение вперёд и остановиться или начать движение в обратном направлении, требуется уменьшить угол продольного отклонения колеса. Наглядно принцип его работы представлен на рисунке 2.

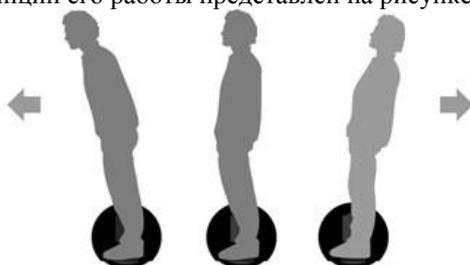


Рисунок 2 - Принцип управления моноколесом [4]

Повороты вправо и влево осуществляются непосредственно человеком, который управляет моноколесом без влияния системы стабилизации. За счёт наклона тела в соответствующую сторону изменяется радиус траектории движения колеса и происходит поворот.

Для того чтобы уверенно передвигаться на данном виде транспорта достаточно ознакомиться с принципами его управления и привыкнуть к работе гироскопической системы стабилизации, поскольку во время начала движения иногда возникает психологический барьер, страх падения при отсутствии страховки руками. Для преодоления этого барьера предусматривается специальный страховочный ремень или ручка, а также шлем, наколенники и налокотники.

Конструкционные решения

На сегодняшний день представлено множество различных вариантов конструкционных решений данного средства передвижения. Они различаются по количеству колёс (одно или два), типу двигателя (безредукторный, с редуктором планетарного

типа), положению системы управления и самого двигателя, его конструкционным исполнением, а также наличием тех или иных деталей, служащих для обеспечения безопасности и комфортности передвижения и транспортировки моноколеса (Рис. 3).



Рисунок 3 - Различные конструкционные решения моноколёс [5]

Каждая модель имеет свой ряд достоинств и недостатков. Например, колесо с расположением системы управления и двигателя в его нижней части имеет меньший вес, однако в этом случае ухудшается комфортность передвижения на нём, поскольку площадь соприкосновения мягких панелей с ногами значительно меньше.

Стоит отметить, что одним из основных факторов, которые влияют на выбор конструкции моноколеса, это не только его элементная база, но и возраст потребителя.

Заключение

Сегодня моноколесо является наилучшим решением проблемы экологически чистого персонального городского транспортного средства. Таким образом, при сравнительно дешёвой стоимости, данное транспортное средство, активно конкурирует с автомобилями, мопедами, мотоциклами, велосипедами, сигвеями и другими средствами передвижения, так как обладает значительным рядом преимуществ (малые размеры, простота использования, скорость, запас хода и т.д.), что обуславливает его растущую популярность.

Список использованных источников

1. Сайт компании «Sunwheel». [Электронный ресурс]. – URL: <http://sunwheel.ru/info/obzor-monokoles.html> (Дата обращения: 22.10.2015).
2. Интернет портал «Autochel.ru». [Электронный ресурс]. – URL: <http://autochel.ru/text/testdrive/805633.html> (Дата обращения 23.10.2015).
3. Электронный ресурс «Avislab». [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.avislab.com/blog/brushless01/> (Дата обращения 22.10.2015).
4. Сайт компании «Sunwheel». [Электронный ресурс]. – URL: <http://sunwheel.ru/info/info1.html> (Дата обращения: 22.10.2015).
5. Сайт компании «Электроколесо.ру». [Электронный ресурс]. – URL: <http://electrokolесо.ru/about.html> (Дата обращения 24.10.2015).

РАЗРАБОТКА ЕДИНИЧНОГО СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ВЫСОТЫ ПРУЖИНЫ ПОД НАГРУЗКОЙ НА ПРЕССЕ П-50 ДЛЯ ОАО «ЖЕЛДОРРЕММАШ»

Ильина Н.Л.

Научный руководитель: Наталинова Н.М., к.т.н., доцент кафедры КИСМ
Томский политехнический университет, Институт кибернетики
natasha-i94@yandex.ru

Введение

В результате анализа состояния измерения центрально-измерительной лаборатории Улан-Удэнского локомотивовогоремонтного завода было принято решение о разработке единичного средства измерения для замера высоты пружины под прессом П-50. Разработана конструкторская и технологическая документация. Разработана методика измерения и методика аттестации единичного средства измерения. Произведен расчет метрологических характеристик.

На сегодняшний день огромное внимание уделяется качеству продукции. Важнейшим фактором обеспечения качества продукции является не только правильность технологических процессов, но и, в не меньшей степени, качество метрологического обеспечения производства. Под метрологическим обеспечением понимается установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений [1]. В свою очередь, требуемая точность измерений гарантируется качеством применяемых на предприятии средств измерений, средств допускового контроля и приспособлений.

Целью данной работы является разработка единичного средства измерения для замера высоты пружины под нагрузкой на прессе П-50 для Улан-Удэнского локомотивовогоремонтного завода филиал ОАО «Желдорремаш».

Для решения поставленной цели следовало разработать конструкторскую документацию, произвести конструкторские расчеты, провести анализ технологичности нового средства измерения, рассмотреть технологический процесс изготовления, рассчитать нормы времени и режимы резания, составить маршрутно-операционную карту, определить метрологические характеристики, составить программу аттестации единичного средства измерения.

Инструмент для замера высоты пружины (рис. 1) – прибор промышленного назначения, предназначен для замера высоты пружины под нагрузкой на прессе П-50. Инструмент удобен в использовании. В основе данного инструмента лежит электронно-цифровая линейка. Диапазон от 0 до 200 мм., может варьироваться в зависимости от типа линейки. Пределы допускаемой погрешности $\pm 0,20$.

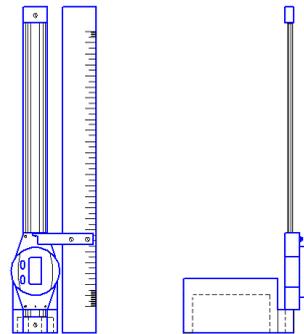


Рисунок 1 - Прибор для замера высоты пружины под нагрузкой на прессе П-50

Инструмент состоит из трех соединенных между собой деталей: линейка электронно-цифровая, стойка и линейка стальная. Основание (стойка) и линейка изготавливаются из материала Ст45 ГОСТ 1050-88. Показывающим устройством служит цифровой индикатор электронной линейки. Цифровая линейка закрепляется на стойке. К ручке индикатора крепится стальная линейка. Крепление происходит при помощи винтов с потайной головкой $\varnothing 4$ ГОСТ17475-80, винты входят в комплект электронно-цифровой линейки.

Принцип действия разрабатываемого средства измерения основан на принципе действия электронно-цифровой линейки (при разработке цифровой линейки применяют емкостные и индуктивные ИП), что, в свою очередь, делает процесс измерения менее трудоемким и частично исключает влияние человека на проведение измерения, позволяет получить более достоверную информацию об измерениях.

Произведем некоторые конструкторские расчеты: расчет прочности винтового соединения, расчет на статическую прочность линейки, расчет на прогиб линейки [2].

Расчет прочности винтового соединения: Условие прочности винта рассчитывается по формуле:

$$\sigma_p = \frac{4F}{\pi d^2} \leq [\sigma_p]$$

где σ_p – расчетное напряжение растяжения в поперечном сечении нарезной части винта;
 F – сила, растягивающая винт;
 d – диаметр резьбы;
 $[\sigma_p]$ – допускаемое напряжение на растяжении винта.

$$\sigma_p = \frac{2,5}{3,14 * 3,242^2} = 0,30$$

$$[\sigma_p] = \sigma_T / [s],$$

где σ_T – предел текучести материала;
 $[s]$ – допускаемый коэффициент запаса прочности материала.

$$[\sigma_p] = \frac{285}{3} = 95 \text{ Н/мм}^2$$

$$\sigma_p \leq [\sigma_p]$$

$$0,30 \leq 95$$

Также в конструкторской части спроектированы чертежи составных элементов и чертеж самого приспособления. В технологической части работы разработана маршрутно-операционная карта изготовления деталей «стойка» и «линейка», которая содержит перечень переходов и установок по обработке изделия и применяемых инструментов. Детали технологичны и просты в изготовлении. Рассчитаны режимы резания и основное техническое время [3]. Также был рассмотрен технологический процесс сборки детали.

Маршрутно-операционная карта на деталь – стойку.

Деталь стойка служит основанием для данного инструмента, придает ему устойчивость, что также влияет на правильность измерений. Проста в конфигурации, имеет одно отверстие с резьбой М4.

005. Контрольная операция

1. Проверить наличие материального клейма. Проверить плиту на отсутствие забоин, трещин.

Лупа 4-кр ГОСТ 25706-83

010. Отрезная операция

Станок вертикально-фрезерный 6Р12

1. Разметить плиту 55x1250x1250 Ст45, выдерживая размеры 50x110.

2. Отрезать заготовку по разметке.

Фреза дисковая Ø80 ГОСТ 3755-78, Очки 037 ГОСТ Р 12.4.013-97, Чертилка 8541-809. с ГОСТ 427-75. Угольник ГОСТ 3749-77.

Режимы резания.

Из справочника определяем:

$$s_z = 0,09 \text{ мм/зуб}, \quad v = 40 \text{ м/мин}, \quad n = 141 \text{ об/мин},$$

$$s_M = 212 \text{ мм/мин};$$

Поправочный коэффициент для Ст45 – 1,12.

$$v = 40 * 1,12 = 45 \text{ м/мин},$$

$$n = 141 * 1,12 = 160 \text{ об/мин},$$

$$s_M = 212 * 1,12 = 240 \text{ мм/мин}.$$

Корректируем по паспорту станка, подбираем ближайшие значения, устанавливаем:

$$n = 160 \text{ об/мин}, \quad s_M = 250 \text{ мм/мин}$$

Находим фактическую скорость резания и подачу на зуб:

$$v = \frac{\pi * D * n}{1000} = \frac{3,14 * 80 * 160}{1000} = 40,192 \text{ м/мин},$$

$$s_z = \frac{s_M}{n * z} = \frac{250}{160 * 18} = 0,09 \text{ мм/зуб}$$

Мощность, требуемая на резание $N = 1,2$ кВт.

$$N_s = N_d * \eta = 7,5 * 0,75 = 5,6 \text{ кВт}.$$

$5,6 \leq 1,2$, следовательно, установленный режим резания осуществим.

Основное время.

$$T_o = \frac{l + l_1 + l_2}{s_M} = \frac{1250 + 31}{250} = 5,124 \text{ мин}.$$

050. Контрольная операция

Стол контрольный.

1. Контроль размеров детали.

Линейка 500 Д ГОСТ 427-75, ШОК, Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89, Калибр резьбовой 8221-3023 ОСТ1.521-76.

Для разработанного средства измерения были нормированы метрологические характеристики, исходя от требуемых точностных параметров измеряемой детали (пружина винтовая тележечная), представленных на рис. 2 [4].

Метрологические характеристики средства измерения для замера высоты пружины представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристик									
Диапазон измерения,	Погрешность,	Сходимость,	Разрешение	Отклонения от плоскости В (повышенное, 20%)			Отклонение от параллельности В (повышенное, 20%)		
				Основание	Электронно-цифровая линейка	Стальная линейка	Основание	Электронно-цифровая линейка	Стальная линейка
0 – 200	±2 0	±1 0	0, 01	±0,006	±0,0114	±0,0114	±0,006	±0,0114	±0,0114

Инструкция проведения измерения:

1. Перед проведением измерения сжатия пружины установить отсчитывающее устройство на верхнюю точку отсчета.

2. Включить отсчетное устройство, установить на ноль (обнулить).

3. Установить пружину на пресс.

4. Инструмент установить в центр пружины. Под действием пресса пружина сжимается, линейка, под действием пресса опускается до того момента, пока пресс не наберет заданное усилие и не остановится автоматически.

5. Пресс вернуть в начальное положение. Достать инструмент.

6. Отсчетное устройство покажет значение, на которое опустится линейка, высоты пружины под действием статической нагрузки.

Разработанная методика измерения представлена на рис. 2 в виде блок – схемы. Согласно ГОСТ 8.326-89 разработанное единичное средство измерения при вводе в эксплуатацию подлежит первичной метрологической аттестации [5].

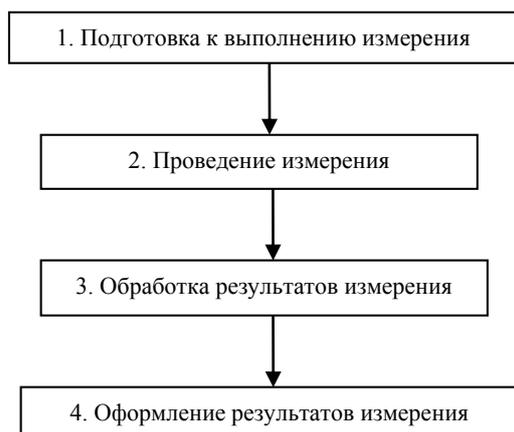


Рисунок 2 - Методика проведения измерения

Заключение

Была составлена программа и методика аттестации единичного средства измерения. В ходе проектирования была разработана конструкторская и технологическая документации. В конструкторской части отражено назначение СИ, произведен расчет винтового соединения, расчет на статическую прочность и прогиб линейки – одной из составляющих единичного средства измерения. В рамках технологической документации был описан технологический процесс на детали «основание» и «линейка», так же отражен технологический процесс сборки СИ. Разработанное единичное СИ для замера высоты пружины можно считать экономически выгодным и целесообразным в применении.

Список использованных источников

1. Артемьев Б.Г., Голубев С.М. Справочное пособие для работников метрологических служб: В 2-х кн./ Предисл. канд. техн. наук И.Х. Сологьяна, 3-

е изд., перераб. и доп. – М: Изд-во стандартов, 1990. - Кн. 2. - 529 с.

2. Иванов М. Н. «Детали машин» - Высшая школа, 3-е издание, 1976

3. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть 1. Изд. 2-е. М.: Машиностроение, 1974. 416 с.

4. Шишкин И.Ф. Метрология стандартизация и управление качеством.- М.: Изд-во стандартов, 1990

5. ГОСТ 8.326-89 ГСИ. Метрологическая аттестация средств измерений.

РЕАЛИЗАЦИЯ И НАСТРОЙКА ПИД РЕГУЛЯТОРА НА МАКЕТЕ СТЕНДА ПОД УПРАВЛЕНИЕМ МК АТМЕГА 16

Черных А.А.

Научный руководитель: Тутов И.А.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
russklj@mail.ru

Введение

В системах автоматики зачастую требуется организовать контроль над объектом управления: контролировать различные параметры (скорость, температуру и пр.) с целью получения необходимых точности и качества переходного процесса. Для этого используют ПИД регулятор. Он применим во многих системах автоматического управления. Назначение ПИД-регулятора — в поддержании заданного значения x_0 некоторой величины x с помощью изменения другой величины u . Значение x_0 называется заданным значением (или уставкой, в технике), а разность $e = (x_0 - x)$ — невязкой (или ошибкой регулирования), рассогласованием или отклонением величины от заданной.

В данной работе был отработан алгоритм ПИД регулятора на макете стенда.

Лабораторные испытания

Макет стенда состоит из следующих элементов:

- плата с микроконтроллером Atmega 16;
- переменный резистор 5 кОм;
- макетная плата;
- двигатель постоянного тока (ДПТ) с редуктором, драйвер ДПТ L293D;
- переходник USB – UART.

Собранный стенд (схема) представлен на рисунке 1.

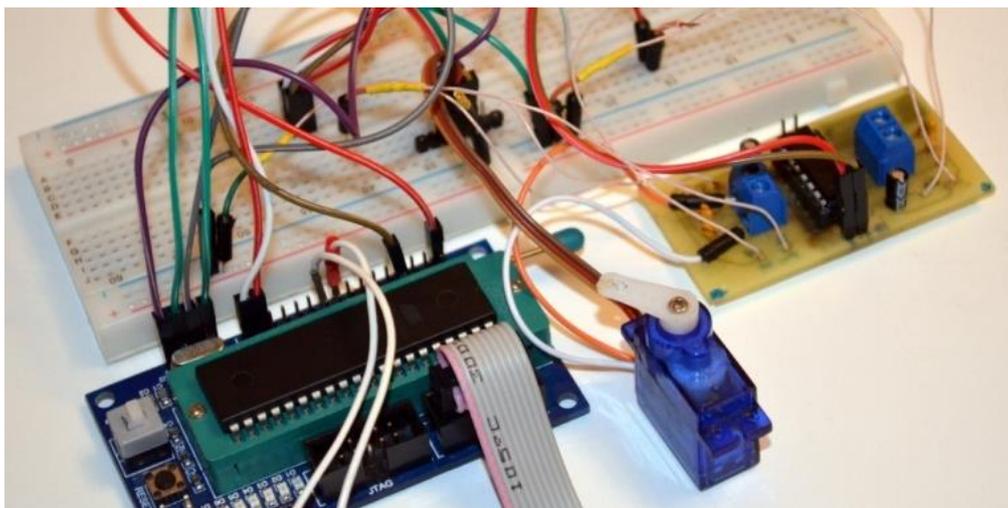


Рисунок 1 - Монтаж схемы для отладки ПИД регулятора

Переменный резистор, представляющий собой датчик углового положения сервопривода был подключен ко входу АЦП (вывод PA0 МК). Вал редуктора осуществляет движения в диапазоне 0–210 градусов. При вращении вала редуктора значение сопротивления изменяется пропорционально углу поворота. Используется 8-битное АЦП с опорным напряжением 5В. То есть диапазону измерения АЦП 0–255 соответствует диапазону изменения угла вала редуктора 0–210 градусов. Перевод из градусов в значения для МК графиков с данных, переданных с ПК на МК по UART интерфейсу используется математический пакет Matlab 2014.

Программное обеспечение для стенда

производится через коэффициент $255/210=1,214$. В ПК задается требуемое положения вала, и оно передается в МК по UART интерфейсу.

При этом в случае, если текущее положение меньше требуемого, вал двигателя вращается в одну сторону, в противном случае в другую. То есть определяется знак ошибки и в зависимости от этого задается направление движения вала. Для этого используются функции силового модуля на основе драйвера L293D. Программа реализована на языке C++ в Atmel Studio 6.0.

Для вывода информации в ПК с микроконтроллера используется математический пакет matlab 2014. Есть возможность просматривать принимаемые данные с МК в виде графика в реальном времени.

Используемые команды:

```
s1 = serial('COM2'); %
указываем номер порта
set(s1, 'BaudRate', 1200); %
настраиваем скорость
.....
fopen(s1); % открываем порт для
приема данных с COM порта
.....
plot(A(:,2), A(:,1)); % строим
график в реальном времени
.....
end;
```

```
fclose(s1); % закрываем COM-
порт чтобы не загружать буфер
```

Был реализован классический ПИД регулятор. Также была организована отправка числа на МК по UART, соответствующего определенному углу. Поэтому в процессе эксперимента теперь можно выставлять положение сервопривода в любое время, изменяя угол в процессе работы стенда. Для апробации было взято положение сервопривода 40 градусов. Начальная точка 220 градусов. Была произведена настройка ПИД регулятора методом подбора (Рис. 2-5).

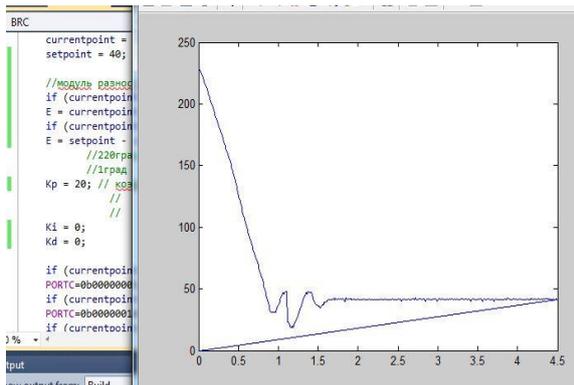


Рисунок 2 - $K_p=20, K_i=0, K_d=0$

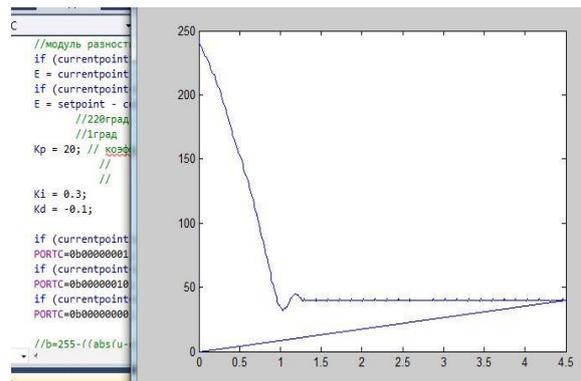


Рисунок 3 - $K_p=20, K_i=0,3, K_d=-0,1$

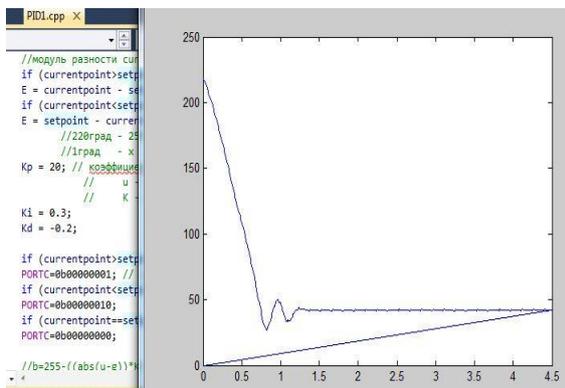


Рисунок 4 - $K_p=20, K_i=0,3, K_d=-0,2$

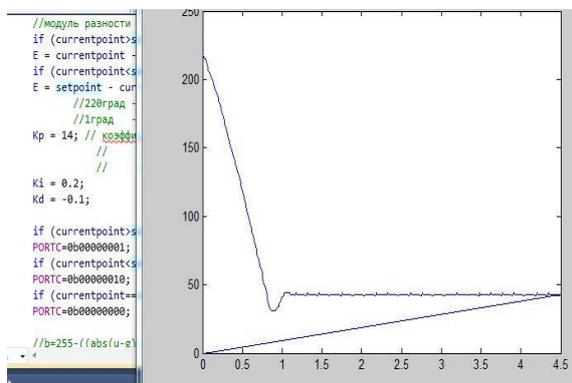


Рисунок 5 - $K_p=14, K_i=0,2, K_d=-0,1$

Из графиков видно, что при коэффициентах ПИД регулятора $K_p = 14, K_i = 0,2, K_d = -0,1$ меньше время установления процесса, а при коэффициентах ПИД регулятора $K_p = 20, K_i = 0,3, K_d = -0,1$ меньше перерегулирование.

Литература

1. Datasheet на микроконтроллер ATmega16.
2. Черных А. А. Тутов И.А. Макет микроконтроллерного стенда управления положением вала двигателя постоянного тока // Технологии Microsoft в теории и практике программирования: сборник трудов XII

Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 25-26 Марта 2015. - Томск: ТПУ, 2015 - С. 46-48.

3. Баранов В.Н. Применение Микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы, программы. – Додэка-XXI.

4. Блог: программирование микроконтроллеров, настройка UART [Электронный ресурс]. URL: <http://radioparty.ru/prog-avr/program-c/307-lesson-usart-avr> Режим доступа: свободный (дата обращения: 15.09.2015).

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА «SIBAUTOCLEAN»

Кибизов А.Е., Ильин М.С., Фицнер А.Ф.

Омский государственный технический университет
petroleum-95@mail.ru

Введение

В наше время у людей остается все меньше времени, чтобы зарядить свой телефон, помыть посуду, выгулять собаку и тд. Множества этих дел человек выполняет как должное, но ограничить эти действия он не может. А перед выполнением этих действий требуется время на подготовку. И тем самым мы видим, что на столь простые действия как, например, помыть машину уходит много времени. Весь мир создают создает так называемый «modern», который улучшает нашу жизнь за счет экономии времени.

Целью данной работы является разработать программный продукт, способный производить обслуживания клиента на расстоянии. Задачами данной научной работы является разработка химической формулы на основе моющих средств. Благодаря которой будет осуществляться мойка автомобиля. Разработка приложения с помощью которого автовладельцы будут осуществлять заказ на услуги чистки автомобиля без их участия при проведении. Актуальностью данной работы состоит в том, что в нынешнее время активно развивается автомобильная инфраструктура, и производить мойку автомобиля в условиях активного темпа нашей жизни является крайне проблематичным.

Существующие моющие средства представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 - Используемые средства

Зачастую нам не хватает времени, чтобы наш автомобиль содержался в чистоте. Все ближайшие автомойки находятся на достаточно большом расстоянии, и возникает проблема, как осуществить качественную мойку автомобиля, при этом затратить минимальное количество времени и средств на данное мероприятие.

Исходя из данной проблемы, мы провели опрос среди автовладельцев. Результаты данного опроса показали следующее:

Что, большинство из автолюбителей «не выходя из дома» хотели бы пользоваться данной услугой.

Результаты опроса представлены в таблице №1.

Опрошенное количество людей	Изыявили желание	Не изъявили желание
100	94	6

После проведенного опроса мы решили разработать программу, которая будет способна производить обработку информации и передачу информации ближайшему центру. После чего эта информация будет передана сотрудникам нашей компании. В ближайшее время они выезжают на место где клиент указал местоположение своей машины. И исходя из пожеланий клиента будут выполнены различные услуги мойки автомобиля. Начиная от мойки наружной части автомобиля и заканчивая мойкой автомобильных ковриков. Любая из этих услуг будет предоставлена для выбора в виде приложения. Так же можно будет оплатить с помощью мобильного банка. Данное приложение можно будет установить на любую мобильную платформу. Принцип работы показан на рисунке 2.

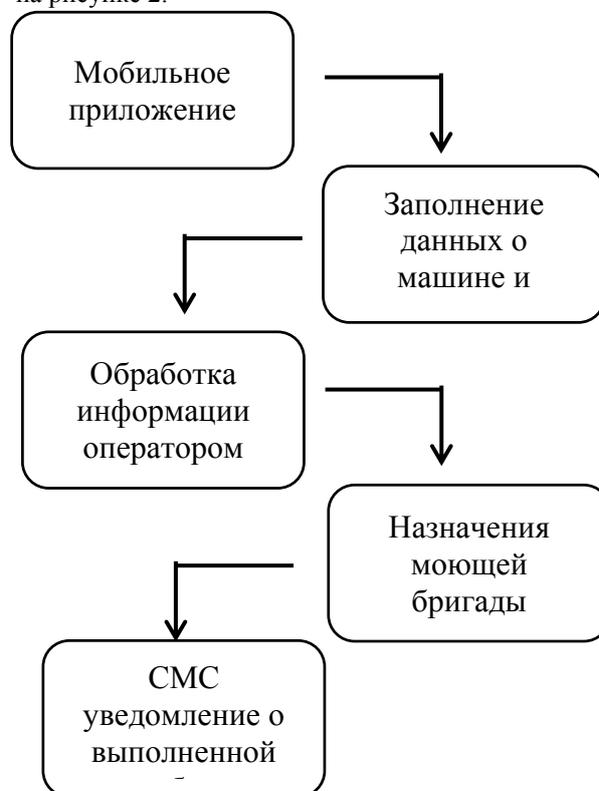


Рисунок 2 - Схематичный принцип работы программы «SIBAUTOCLEAN»

Нами был разработан интерфейс данного мобильного приложения. Нами была выведена первоначальная формула моющего средства. Данное моющее средство не подразумевает использование воды. Моющее средство наносится на поверхность автомобиля и через 2-3 минуты средство удаляется с пылью (грязью). При этом поверхность не повреждается и не приводит к химическим изменениям покрытие автомобиля. Для более серьезных загрязнений используют специальное оборудование для отчистки. К примеру, на поверхности машины образовалось много грязи, которую будет невозможно убрать. Для этого будет использоваться различные виды скребков или мягких щеток. При очень трудных загрязнениях будет использоваться не большое количество воды для размягчения грязи на поверхности машины. После этого будет использоваться очистительное оборудование. При этом различное очистительное оборудование используется для различных участков. После очистки оборудованием производится очистка с помощью моющих средств. Наше средство будет наноситься с помощью пульверизатор на все участки машины. После машина протирается сухой тряпкой. При этом у машины появляется блеск.

Данная работа направлена на материальную поддержку студентов при работе в различных графиках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Реймерс Н. Ф. Экология (теория, законы, правила, принципы и гипотезы). // Россия Молодая. 1994. 367 с.
2. Верховский В. Н., Смирнов А. С. Техника химического эксперимента. – М., 1973, 683 с.
3. Кузьменок Н. М., Стрельцов Е. А., Кумачев А. И. Экология на уроках химии. Минск. 1996. 208 с.
4. Экологическая химия. Под. Ред. Ф. Кортс. М.: Мир. 1997. 396 с.
5. Багов М. С. Концепции естествознания и основы экологии. Нальчик: «Эльбрус». 1997. 287 с.
6. Нифанов Э. Е. Прикладная направленность изучения химии в средней школе // Ж..Химия в школе, 1994, №4, ст. 18.
7. Назаренко В. М. Экология восхождение к разуму // Ж..Химия в школе, 1995, №4, ст. 10.
8. Экологизированный курс химии от темы к теме // Ж.. Химия в школе, 1996, № 1 ст. 29; 1996, №2 ст. 31; 1996, №4 ст. 36; 1996, №6 ст. 18.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ В ЦЕЛЯХ АВТОМАТИЗАЦИИ И КОНТРОЛЯ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Кузнецов А.И., Сурков А.В.

Рудь М.Н.

Томский политехнический университет
kuznteh@gmail.com

Введение

Чтобы получать информацию об окружающем мире человек полагается на органы чувств. И как человеку его органы зрения предоставляют наиболее полную, в сравнении с другими органами чувств, картину мира, так и в технических системах машинное зрение предоставляет наибольшие возможности для автоматизации и управления.

В самом общем виде системы машинного зрения подразумевают преобразование данных, поступающих с устройств захвата изображения, с выполнением дальнейших операций на основе этих данных. В настоящее время машинное зрение наиболее востребовано в медицине и биотехнологиях, военной отрасли, автомобильной промышленности. При этом возможное поле применения машинного зрения, по-настоящему, огромно — эти технологии могут быть использованы практически во всех сферах деятельности.

Однако, в условиях, когда качественные устройства захвата изображений становятся вполне доступными не только промышленного или военного использования, но и бытового, а вычислительные мощности позволяют совершать миллиарды операций в секунду, давая тем самым возможность их использования в системах реального времени, критичным становится построение эффективных алгоритмов для анализа получаемых изображений.

Организация детектирования объекта при помощи средств OpenCV

Для реализации алгоритма распознавания будет использоваться библиотека OpenCV. OpenCV (англ. OpenSourceComputerVisionLibrary, библиотека компьютерного зрения с открытым исходным кодом) — библиотека алгоритмов компьютерного зрения, обработки изображений и численных алгоритмов общего назначения с открытым кодом.

Выделить тот или иной объект можно по различным его признакам – форме, размеру или цвету.

Самый простой и распространенный способ опознать объект – цвет. Цвет – это зрительное, субъективное восприятие человеком видимого света, различий в его спектральном составе, ощущаемых глазом. Светом обычно называют «видимую» часть электромагнитного спектра.

В технических системах определение цвета идет в соответствии с принципами цветового

пространства, которое использует данная система. Так, в цветовом пространстве RGB все оттенки представлены как совокупность трех основных цветов – красного, зеленого и синего. В зависимости от значения, которое принимает каждая из составляющих, итоговый цвет получается совершенно разным.

Также большой популярностью пользуется цветовое пространство HSV, в котором цвет также представлен совокупностью трех параметров – цветового тона, насыщенности и яркости. Использовать модель HSV намного удобнее, т.к. координаты этой цветовой модели выбраны с учетом человеческого восприятия. Эта модель и будет использоваться.

Видеопоток – это совокупность быстро сменяющихся отдельных изображений. Сначала каждое из этих изображений программно конвертируется в формат HSV.

После конвертации изображение разбивается на три канала, соответствующие его цветовой модели. Каждый из каналов представляется в виде изображения в градациях серого. Там, где значение канала на оригинальном изображении больше – область светлее, где меньше – темнее. Пример такого разбиения представлен на Рис.1.

Каждый цвет принимает лишь определенный интервал значений каждого канала. Для выделения пикселей, подходящих под заданные условия, в библиотеке OpenCV присутствует функция `inRange`. С помощью этой функции в цикле выполняется проход по всем пикселям изображения и сравнение их значения с минимальным и максимальным значениями, заданными в аргументах функции. Формируется двухканальное изображение. В случае попадания пикселя под условия, он закрашивается белым цветом, в противном случае – остается черным.

Таким образом, не составляет труда подобрать значения каждого канала, в область которого попадает нужный цвет. Однако, в заданный интервал могут попадать не только пиксели интересующего нас цвета, но и другие участки, соответствующие ему по одному параметру, но не соответствующие по другим. Поэтому искомым цвет определяется как логическое перемножение этих каналов, то есть на итоговом изображении белыми останутся только те пиксели, которые были белыми на всех трех каналах, то есть соответствуют заданному цвету по всем трем параметрам.



Рисунок 1 - Разделение изображения на каналы

Несмотря на отсекание лишних пикселей при сложении каналов, остается большое число неприемлимых помех.

Для устранения этой проблемы прибегают к предобработке изображения – применению различных фильтров, которые облегчают поиск заданных объектов на изображении. Также предобработку применяют для устранения неоднородностей фона, подчеркивания пикселей контура и т.д. В качестве средства предобработки хорошо себя зарекомендовало сглаживание по алгоритму Гаусса и медианная фильтрация.

Поскольку кроме искомого объекта на изображении могут находиться посторонние предметы того же цвета, то требуются дополнительные критерии его определения. Один из таких более совершенных критериев – контурный анализ.

Определение объекта по цвету дает большие возможности к дальнейшему описанию формы объекта. Контур – это внешние очертания объекта. По нему возможно отслеживание объекта прямо на видео потоке.

Для выполнения поставленной задачи была использована функция floodFill. Она осуществляет нахождение контуров, анализируя все пиксели изображения, вычисляя из них связные области и ограничивая их друг от друга, что в конечном итоге и оформляет контур.

С контуром можно производить различные математические действия – вычислять периметр и площадь, поэтому не составляет труда отсеять объекты того же цвета, но не подходящие по размеры под заданные критерии.

Заключение

Представлен новый алгоритм распознавания объектов на видеоизображении, учитывающий два критерия – цвет объекта и его размеры, а также его реализация на базе библиотек компьютерного зрения OpenCV.

Данные наработки можно эффективно использовать в сфере автоматизации на производстве, а также управления в технических системах.

Идентификация объектов позволяет эффективно внедрять робототехнические системы, использующие машинное зрение, непосредственно в обычную для человека среду. А это дает возможность расширить сферы применения машинного зрения, выводя их далеко за рамки жестко детерминированных сред в промышленности и постепенно захватывая все новые области его использования в быту.

Список использованных источников

1. OpenCV. . [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.robocraft.ru|opencv/>, свободный (дата обращения: 10.09.2015).
2. Robocraft.[Электронный ресурс] –Режим доступа: <http://robocraft.ru/blog/computervision/402.html>- Детектирование объектов по цвету. – (Дата обращения: 29.05.2015).
3. Лекции Opencv.[Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ru.scribd.com/doc/43259652/Лекции-OpenCV-5-Сглаживание> -Сглаживание. – (Дата обращения: 29.05.2015).
4. OpenCV 3.0.0-dev.[Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.opencv.org/trunk/> - OpenCVdocumentation. – (Дата обращения: 29.05.2015).
5. Ю.В. Визильтер, С.Ю. Желтов, А.В. Бондаренко, М.В. Ососков, А.В. Моржин. Обработка и анализ изображений в задачах машинного зрения: Курс лекций и практических занятий. – М.: Физматкнига, 2010. – 672 с.

СИНТЕЗ РЕГУЛЯТОРА СИСТЕМЫ ПРИВЕДЕНИЯ ДИФФЕРЕНТА НЕОБИТАЕМОГО ПОДВОДНОГО АППАРАТА К НУЛЮ В РЕЖИМЕ ЗАВИСИМОСТИ В УСЛОВИЯХ ИНТЕРВАЛЬНОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПАРАМЕТРОВ

Хожаев И.В.

Научный руководитель: Гайворонский С.А.
Томский политехнический университет, Институт кибернетики
ivh1@tpu.ru

1. Введение

В настоящее время многие работы, связанные с исследованием некоторых объектов под водой, выполняются необитаемыми подводными аппаратами (НПА). В связи с этим, повышается актуальность совершенствования систем автоматического управления (САУ) НПА.

Цель данной работы – параметрический синтез регулятора робастной системы приведения дифферента НПА к нулю, обеспечивающего желаемое качество переходного процесса. Для этого необходимо решить ряд задач:

- сформулировать требования к качеству переходного процесса;
- выбрать принцип регулирования дифферента в зависимости от конструкции движительно-рулевого комплекса (ДРК) НПА;
- построить модель системы приведения дифферента НПА к нулю;
- синтезировать параметры регулятора, обеспечивающих желаемое качество переходного процесса.

2. Выбор принципа регулирования дифферента

Принцип регулирования дифферента зависит от конструкции ДРК НПА. ДРК исследуемого НПА включает в себя маршевые и подруливающие двигатели. Таким образом, дифферент исследуемого НПА может быть изменен за счет приложения к корпусу НПА момента, создаваемого парой сил тяги вертикальных подруливающих движителей, как показано на рис. 1.

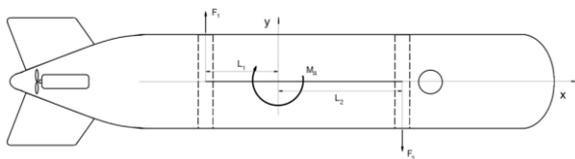


Рисунок 1 - Приложение сил тяги вертикальных подруливающих движителей к корпусу НПА

Функциональная схема такого ДРК представлена на рис. 2. Управляющий сигнал g поступает на усилительные устройства $УУ_1$ и $УУ_2$. Усиленный по мощности сигнал g поступает на двигатели $ЭД_1$ и $ЭД_2$, вращающие винты B_1 и B_2 , которые обеспечивают силы тяги F_1 и F_2 . Последние умножаются на длины плеч L_1 и L_2 и

суммируются, образуя момент M_d , за счет которого и изменяется дифферент НПА.

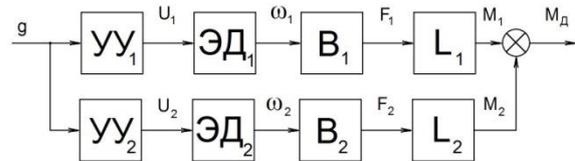


Рисунок 2 - Функциональная схема ДРК НПА

Такой принцип регулирования больше подходит для регулирования дифферента НПА в режиме зависания, рассматриваемом в данной работе. В свою очередь, при поступательном движении вперед такой принцип регулирования требует более высоких затрат энергии на работу подруливающих движителей.

3. Построение математической модели системы

Дифференциальное уравнение процесса изменения дифферента НПА при работе вертикальных подруливающих движителей имеет вид [1]:

$$\begin{aligned} & (J_z + \lambda_{66}) \cdot \frac{d^2 \psi}{dt^2} + (m \cdot x_g + \lambda_{26} - \frac{1}{2} m_z^{\omega z} \cdot \rho \cdot V \cdot L \\ & - (m \cdot y_g - \lambda_{16}) \cdot [\alpha]) \cdot [v] \cdot \frac{d\psi}{dt} + G \cdot y_g \cdot \psi = \\ & = M + \left(\frac{1}{2} \cdot m_z \cdot \rho \cdot V^{\frac{2}{3}} - \lambda_{21} \right) \cdot v^2 - G \cdot x_g \end{aligned}$$

, где m – масса аппарата; λ_{ij} – присоединенные массы аппарата; α – угол атаки; x_g, y_g – координаты центра тяжести аппарата относительно центра водоизмещения; ρ – плотность воды; V – водоизмещение аппарата; $m_z^{\omega z}$ – производные гидродинамических сил и моментов по углу атаки α ; J_z – момент инерции аппарата относительно оси Oz ; p – отрицательная плавучесть аппарата; ψ – дифферент аппарата; v – скорость поступательного движения полюса аппарата.

Приведенное уравнение подходит для описания движения НПА на малых дифферентах, что позволяет использовать его в качестве уравнения объекта управления в системе приведения дифферента НПА к нулю.

Зная дифференциальное уравнение объекта управления, запишем его передаточную функцию:

$$W_{M\psi}(s) = \frac{1}{(J_z + \lambda_{66}) \cdot s^2 + \left[\begin{array}{l} m \cdot x_g + \lambda_{26} - \\ -\frac{1}{2} m_z^{\text{от}} \cdot \rho \cdot V \cdot L - \\ - (m \cdot y_g - \lambda_{16}) \cdot [\alpha] \end{array} \right] \cdot [v] \cdot s + G \cdot y_g}$$

Пусть интервальные параметры системы – скорость поступательного движения v и угол атаки α – изменяются в диапазонах

$$[\alpha] = \left[-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2} \right] \text{ рад}, \quad [v] = [0; 0.5] \text{ м/с}$$

Зная выражения для передаточных функций ДРК, НПА и датчика дифферента, а также значения их постоянных и интервальных параметров, запишем передаточную функцию замкнутой системы по задающему воздействию:

$$W_{M\psi}(s) = \frac{K_d \cdot s^2 + K_p \cdot s + K_i}{0.0500 \cdot s^4 + [2.8379; 3.2300] \cdot s^3 + (K_d + [2.4288; 9.3892]) \cdot s^2 + (K_p + 8.6690) \cdot s + K_i}$$

4. Синтез робастного ПИД-регулятора

Пусть необходимо обеспечить в исследуемой системе длительность переходного процесса не более 2 с. При корневом подходе к синтезу такая задача предполагает размещение доминирующего полюса системы на вещественной оси в интервале $[-1.6; -1.5]$; остальных полюсов – левее прямой $\text{Re}(X) = -5$.

Воспользовавшись интервальным аналогом методики [2], определили значения параметров регулятора, обеспечивающие заданное качество переходного процесса: $K_p = 300$, $K_i = 400.767$, $K_d = 36.555$.

Расположение полюсов системы при найденных значениях параметров регулятора показано на рис. 3. Из рисунка видно, что желаемое расположение доминирующего и свободных полюсов обеспечено.

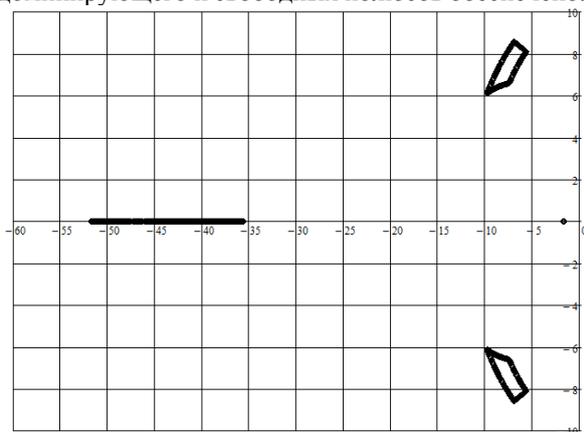


Рисунок 3 - Расположение полюсов полученной системы

Переходная характеристика системы в наихудшем режиме работы приведена на рис. 4.

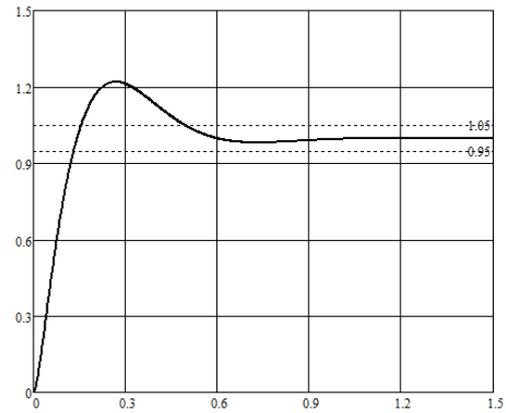


Рисунок 4 - Переходная характеристика системы в одной из вершин параметрического многогранника

Длительность переходного процесса не превышает 2 с, колебательность и перерегулирование не превышают нормы. Таким образом, система имеет желаемое качество регулирования.

5. Заключение

В ходе выполнения данной работы были синтезированы параметры регулятора, обеспечивающие желаемое качество переходного процесса в системе.

В дальнейшем предполагается уточнить модель НПА, проведя идентификацию подруливающих движителей и гидродинамических характеристик корпуса НПА. Также предполагается развить методику синтеза, отказавшись от излишнего округления системы за счет приведения неопределенности коэффициентов характеристического полинома к интервальному типу.

Литература

1. Хожаев И.В., Гайворонский С.А. Синтез регулятора системы управления дифферентом автономного обитаемого подводного аппарата в условиях интервальной неопределенности параметров // Шестая всероссийская научно-техническая конференция «Технические проблемы освоения мирового океана». Материалы конференции, Владивосток, 28 сентября-2 октября, 2015. – Владивосток, 2015 - с. 470-475.
2. Khozhaev I. V. Linear time invariant system pole placing by polynomial division method [Electronic resources] // Современные техника и технологии: сборник трудов XX международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 3 т., Томск, 14-18 Апрель 2014. - Томск: ТПУ, 2014 - Т. 2 - С. 313-314. - Mode of access: http://www.lib.tpu.ru/fulltext/c/2014/C01/V2/C01_V2.pdf

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ «ДАТЧИК-ТРУБОПРОВОД» ПРИ РАСПОЛОЖЕНИИ ДАТЧИКА НА ТОРЦЕВОЙ СТЕНКЕ ТРУБЫ

Мамонова Т. Е., Овчаров А. Э.

Томский политехнический университет, институт кибернетики
stepte@tpu.ru

Введение

В настоящее время каждое предприятие при разработке технологических процессов применяет различные виды датчиков, средства измерения, потому что только с ними можно в полной мере получить автоматизированное производство. Частным случаем таких производств являются нефтеперерабатывающие и нефтедобывающие производства. При проектировании таких производств большое внимание уделяется надежности не только самих конструкции агрегатов, а также выбору датчиков с получения достоверных и точных данных и продления их срока службы. Давление наряду с такими параметрами как температура, расход, скорость является крайне важным параметром систем контроля и управления. Датчик давления состоит из первичного преобразователя давления, в составе которого чувствительный элемент - приемник давления, схемы вторичной обработки сигнала, различных по конструкции корпусных деталей, в том числе для герметичного соединения датчика с объектом и защиты от внешних воздействий и устройства вывода информационного сигнала [1]. При проектировании важно учитывать влияние среды в трубопроводе на динамику чувствительного элемента, так как это позволит обеспечить не только необходимую точность, но и повысит надежность конструкции датчик давления – трубопровод и как следствие надежность системы в целом. Анализируя вышеизложенное можно сделать вывод, что задача по получению и исследованию математических моделей, связывающих динамику чувствительных элементов датчиков давления и давление в трубопроводе, в настоящее время является актуальной.

Примем, что датчик давления расположен на торцевой стенке трубопровода, как изображено на рис. 1.

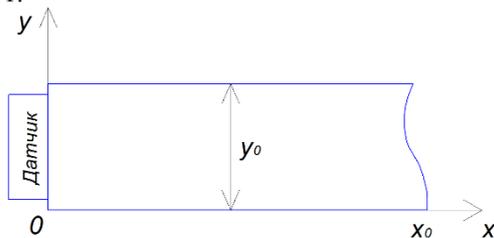


Рисунок 1 - Расположение датчика на торцевой стенке трубопровода

На рис. 1. размеры трубопровода (длина и диаметр соответственно). Для того чтобы описать систему, приведенную на рис. 1, воспользуемся уравнением Лапласа, которое описывает движение жидкости в трубопроводе. Из уравнения следует, что необходимо определить проекции потенциалов скорости среды на оси координат x и y . Уравнение, связывающее потенциал скорости среды и давление в трубопроводе:

$$L(\omega) = P_1 \cdot 0 \cdot (y) - P_2 + \rho \varphi_1 t = P_1 \cdot 0 \cdot (y) - 1/\gamma_1 \cdot 0 \int_0^1 \rho_1 \cdot 0 \cdot P(y) dy$$

Уравнение динамики чувствительного элемента датчика давления

Для того чтобы получить уравнение взаимодействия прогиба упругого элемента датчика и давления, действующего на него необходимо совместное решение уравнения динамики чувствительного элемента и уравнения гидродинамики.

Рассмотрим мембрану прямоугольной формы, толщина которой h (рис. 2).

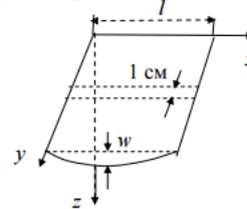


Рисунок 2 - Мембрана прямоугольной формы

Для получения дифференциального уравнения изгиба определим дифференциальное уравнение выбранной полоски с такой же толщиной h и длиной l . Кривизна изогнутой полоски при давлении можно принять равной $\frac{d^2\omega}{dx^2}$. Относительное удлинение будет иметь вид:

$$\varepsilon_x = -z \frac{d^2\omega}{dx^2}$$

Используя закон Гука, определим относительные удлинения заштрихованного элемента (рис. 3).

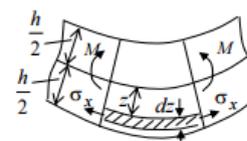


Рисунок 3 - Относительные удлинения заштрихованной части мембраны
Закон Гука для данного случая имеет вид:

$$\varepsilon_x = \frac{1}{E} (\sigma_x - \mu\sigma_y)$$

$$\varepsilon_y = \frac{1}{E}(\sigma_y - \mu\sigma_x),$$

где μ – коэффициент Пуассона; E – модуль Юнга (модуль упругости материала).

Для того чтобы мембрана при деформации сохранила непрерывность, необходимо чтобы ее поперечная деформация по направлению y была равна нулю. Из этого следует:

$$\sigma_y = \mu\sigma_x.$$

С учетом подстановки в ε_x :

$$\varepsilon_x = \frac{1}{E}(1 - \mu^2)\sigma_x.$$

Изгибающий момент в выбранной полоске равен [12]:

$$M = \int_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} \sigma_x z dz = - \int_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} z^2 \frac{E}{1 - \mu^2} \frac{d^2 \omega}{dx^2} dz = - \frac{E h^3}{12(1 - \mu^2)} \frac{d^2 \omega}{dx^2}$$

В полученной формуле составляющая $\left(\frac{E h^3}{12(1 - \mu^2)}\right)$ является величиной, которая имеет название жесткость мембраны при изгибе.

Также еще одной составляющей динамики чувствительного элемента является интенсивность сил инерции, которая может быть представлена следующей формулой [12]:

$$q = \rho_m h \frac{d^2 \omega}{dx^2},$$

где ρ_m – плотность материала мембраны; h – толщина мембраны.

При рассмотрении уравнения динамики пластин и мембран учитывают коэффициент внутреннего демпфирования β , который связан с функцией прогиба следующим соотношением [13]:

$$f = \beta \frac{d\omega}{dx},$$

где β – коэффициент внутреннего демпфирования мембраны.

Растягивающие, сжимающие и сдвигающие усилия в изгибаемой мембране следует учитывать, если прогиб становится больше четверти ее толщины. В таком случае усилие связано с прогибом упругого элемента формулой [13]:

$$\gamma = N\omega,$$

где N – растягивающее усилие.

В свою очередь растягивающее усилие связано с толщиной мембраны следующим отношением [14]:

$$N = \frac{E h}{1 - \mu^2},$$

где μ – коэффициент Пуассона; E – модуль Юнга (модуль упругости материала).

Таким образом, для получения уравнения динамики мембраны необходимо найти сумму всех составляющих его компонентов [15]:

$$L(\omega) = \frac{E h^3}{12(1 - \mu^2)} \omega + \rho_m h \dot{\omega} + \beta \omega + \frac{E h}{1 - \mu^2} \omega$$

Получим:

$$\left(\frac{E h^3}{12(1 - \mu^2)} + \frac{x_0 \rho}{y_0} + \rho_m h\right) \dot{\omega} + \beta \omega + \frac{E h}{1 - \mu^2} \omega = P_0(y) \quad P(y).$$

Заключение

Полученное уравнение является математической моделью «датчик давления - трубопровод» для случая, когда датчик расположен на торцевой стенке трубопровода. Данная математическая модель связывает закон изменения давления рабочей среды в трубопроводе и прогиб упругого элемента датчика давления. При использовании полученных математических моделей, которые связывают прогиб упругого элемента датчиков давления и давление в трубопроводе, можно повысить не только надежность конструкции узла «датчик давления - трубопровод», но и как следствие надежность системы в целом, что влечет за собой увеличение срока службы системы.

Список использованных источников

1. Датчики давления [Электронный ресурс]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/datchiki_davleniya, (Дата обращения 20.09.2014 г.)
2. Сурьянинов Н.Г. Теоретические основы динамики машин: учебное пособие/ Н.Г. Сурьянинов, А.Ф. Дашенко. – Одесса. – 306 с.
3. Саченков А.А. Цикл лекций по теории изгиба пластин: учебное пособие/ А.А. Саченков. – Казань, 2012. – 53 с.

МОДЕЛЬ БЕСПИЛОТНОГО АВТОМОБИЛЯ

Тепляков А. Б., Григоришин И. С., Александрова Т. В.,
Томский политехнический университет, Институт кибернетики
bur1k@mail.ru

Введение

Ни для кого не секрет, что современные информационные технологии развиваются стремительно, и зачастую они направлены на улучшение качества жизни людей. Так, например, робот-медсестра Robear помогает медицинскому персоналу в переноске и перекладывании пациентов [1]. В это время работники больницы могут заниматься непосредственным лечением больного. Если говорить о других сферах применения инновационных устройств, то тема беспилотных автомобилей также может быть крайне полезна человечеству в силу того, что такая рутинная и монотонная работа, как водитель общественного транспорта, таксист или перевозчик грузов на дальние расстояния, может быть успешно выполнена различными робототехническими системами. Следует заметить, что замена обычных водителей компьютерами делает автомобили более ресурсоэффективными и безопасными, так как, например, немало водителей-дальнобойщиков попадает в дорожно-транспортные происшествия по причине усталости.

На сегодняшний день уже существуют беспилотные автомобили. Это широко известные Google cars, а также мало знакомый Inspiration Truck. Он представляет из себя автономный грузовик, которому официально разрешено передвигаться по дорогам общего пользования в США [2].

Целью нашей работы является создание прототипа беспилотного автомобиля, который способен двигаться по линии и выполнять правильные действия на светофоре.

Для реализации данного проекта следует выполнить следующие задачи: получить базовые навыки работы с библиотекой алгоритмов компьютерного зрения с открытым исходным кодом OpenCV и аппаратно-программными средствами Arduino [3, 4]; разработать алгоритм движения робота по линии; запрограммировать последовательность действий, необходимую для движения модели по сигналам светофора; собрать конструкцию и реализовать все алгоритмы.

Выполнять поставленные задачи будет устройство, которое состоит из следующих основных элементов: камера, персональный компьютер, силовой контроллер и шасси. Следует сказать несколько слов про каждый компонент в отдельности.

Повествование нужно начать с основного источника информации для модели. В данном случае им является камера Microsoft LifeCam HD-3000, которая представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 - Microsoft LifeCam HD-3000

Данные с камеры поступают на нетбук Asus EEE PC 1215P, который является «мозгом» всей модели (рисунок 2). Из всего объема полученной информации выделяется только та, которая необходима роботу для движения по линии и правильной реакции на сигнал светофора. Процесс формирования полезной информации происходит по правилам, которые будут описаны позже.



Рисунок 2 - Asus EEE PC 1215P

Далее информация по последовательному порту поступает на исполнительный контроллер, в качестве которого выступает Wild Thumper. Можно сказать, что это комбинация макетной платы Arduino и драйвера мотора H-Bridge. Данный компонент модели можно увидеть на рисунке 3.

Wild Thumper предназначен для преобразования полезной информации в сигнал управления, тогда как объектами управления являются приводы, установленные на шасси.



Рисунок 3 - Wild Thumper

Основой для робота служит шасси, используемое для соревнований FreeScale Cup (рисунок 4) [5]. Оно оснащено одним рулевым сервоприводом на передней паре колес, источником питания и двумя двигателями постоянного тока на задней паре колес.

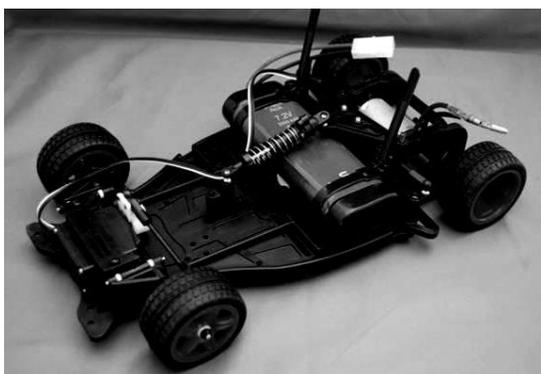


Рисунок 4 - Шасси

Основой программной части проекта является библиотека алгоритмов компьютерного зрения с открытым исходным кодом OpenCV версии 2.4.9. Управляющая программа написана на языке C++.

Движение по линии осуществляется по следующему алгоритму:

- получаемое с камеры изображение конвертируется в оттенки серого средствами библиотеки OpenCV;
- затем, по пороговому значению, происходит сортировка на черные и белые пиксели для четкого выделения линии;
- далее изображение делится на две равные части (правую и левую), и выбирается горизонтальная полоса из пикселей, в которой всегда находится линия, предназначенная для движения;
- теперь, если предложить, что по каким-либо причинам линия отклонилась от центрального положения, то между исходным и новым положениями возникает расстояние в пикселях, которое можно назвать ошибкой слежения, при этом

учитывается знак ошибки: если она справа, то знак плюс, если слева – минус;

- последний этап вычислений на нетбуке – пропорциональный перевод расстояния в пикселях в угол поворота рулевого сервопривода, при этом коэффициент пропорциональности подбирается экспериментально для конкретного сервопривода;
- в дальнейшем угол ошибки слежения по последовательному порту передается на исполнительный контроллер, который, непосредственно, заставляет сервопривод повернуться так, чтобы робот выровнялся на линию.

Сигнал светофора определяется исходя из следующих соображений:

- на персональный компьютер с камеры поступает трехканальное RGB-изображение;
- оно разбивается на три канала;
- далее, подбором пороговых значений, определяется каждый сигнал светофора;
- теперь, когда горит красный цвет, робот останавливается, а в других случаях едет дальше.

В перспективе планируется перейти с нетбука на одноплатный компьютер. Это позволит устройству стать более мобильным, так как не придется носить персональный компьютер во время движения робота.

Несомненно, тема беспилотных автомобилей очень актуальна и перспективна, поэтому мы и дальше будем работать в этом направлении.

Список использованных источников

1. Власов Е. С. ROBEAR: японский робот-медведь для ухода за пожилыми [Электронный ресурс]. – Открытый: <http://www.3dnews.ru/910189>
2. Голованов В. С. Daimler представил первый коммерческий автономный грузовик, которому разрешено использовать обычные дороги [Электронный ресурс]. – Открытый: <http://geektimes.ru/post/250178>
3. OpenCV Lessons. [Электронный ресурс]. – Открытый: <http://opencv-srf.blogspot.ru/p/opencv-tutorials.html>
4. Блум, Джереми. Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства : пер. с англ. / Дж. Блум. — Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2015. — 336 с.: ил. — Предметный указатель: с. 333-336. — ISBN 978-5-9775-3585-4.
5. The FreeScale Cup. [Электронный ресурс]. – Открытый: <https://community.freescale.com/docs/DOC-1284?tid=vanFREESCALECUP>

АДАПТАЦИЯ НАСТРОЕЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ РЕГУЛЯТОРА УРОВНЯ ВОДЫ В ПАРОГЕНЕРАТОРЕ КОТЛОАГРЕГАТА

Фирсов И.С.

Научный руководитель: С.В. Ефимов, к.т.н., доцент

Томский политехнический университет, Энергетический институт
firsoviv@sibmail.com

Введение

Поддержание материального баланса в парогенераторе между отводом пара и подачей воды является главной целью регулирования питания котельных агрегатов, а уровень воды в барабане котла – параметр, который характеризует материальный баланс.

Надежность работы котельного агрегата во многом определяется качеством регулирования уровня. Снижение уровня ниже допустимых пределов может привести к нарушению циркуляции в экранных трубах, в результате чего произойдет повышение температуры стенок обогреваемых труб и их пережог. Значительное повышение уровня воды в барабане также может привести к аварийным последствиям, так как при повышенном уровне возможен заброс воды в пароперегреватель и турбину, что вызовет занос пароперегревателя солями и поломку турбины [1]. В связи с этим, к регулированию уровня предъявляются высокие требования.

Постановка задачи

Для парогенератора ВВЭР-1000 номинальный уровень равен 2450 мм от внутренней образующей корпуса. Колебание уровня в статических режимах работы не должно превышать значение ± 50 мм [2] от номинального значения, а в динамике ± 150 мм от номинального значения (с учетом нечувствительности регулятора).

Основными возмущающими воздействиями на уровень являются: расход пара, изменение расхода и температуры питательной воды. При возмущении системы расходом пара проявляется явление «набухания» уровня, влекущее

дополнительное вскипание воды при котором сначала уровень воды в барабане повышается, а затем снижается в силу изменения расхода пара и неизменного расхода питательной воды [1]. Приведенные выше динамические свойства парогенератора являются неблагоприятными для поддержания материального баланса в парогенераторе.

Таким образом, для стабилизации уровня воды в парогенераторе ставится задача адаптации настроечных параметров регулятора воды с учетом изменения нагрузки.

Исследование и решение задачи

На практике трехимпульсная система автоматического регулирования (САР) уровня воды в барабане котла и ее модификации получили широкое распространение на ТЭС и АЭС [3]. Например, в [4] для трехимпульсной модели САР питания парогенератора, представленной на рис. 1, коэффициенты ПИ- регулятора $K_{pi}=1$ и $T_{pi}=4$ не обеспечивают требуемого качества поддержания уровня воды, а позволяют лишь подавлять скачкообразные возмущения расхода пара только до 18 кг/с без выхода уровня за допустимое значение 50 мм. В связи с данным фактом предлагается вычислить коэффициенты ПИ-регулятора, обеспечивающие требуемый уровень воды в парогенераторе при различных возмущениях расходом пара до 400 кг/с. Также было принято решение ввести в схему модели два демпфирующих устройства, как показано на рис. 2, для регулирования расходов пара и питательной воды.

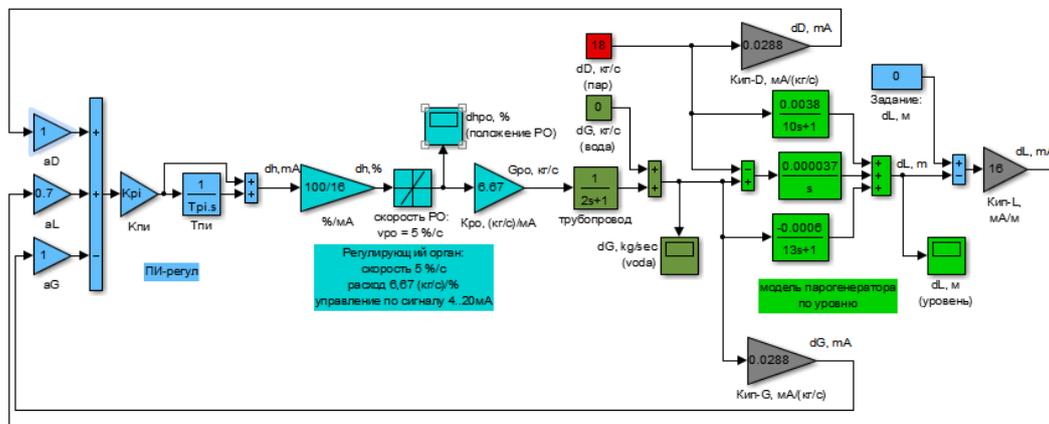


Рисунок 1 - Структурная схема модели трехимпульсной САР питания парогенератора

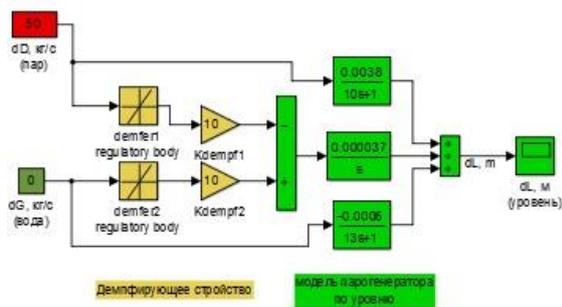


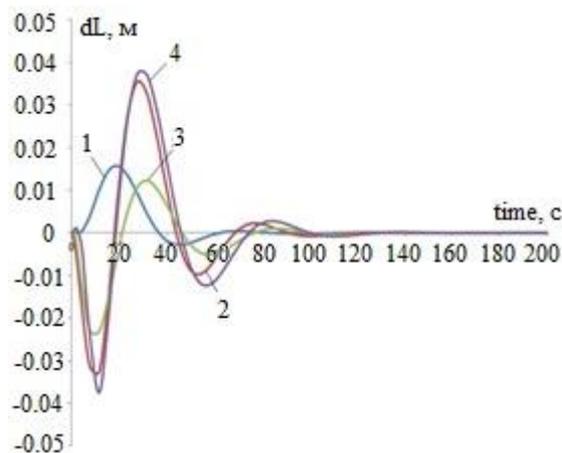
Рисунок 2 - Модель с демпфирующим устройством

Наличие модели позволило вычислить значения коэффициентов регуляторов K_{pi} , T_{pi} , K_{demp1} и K_{demp2} с учетом требований по уровню воды в парогенераторе. Полученные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1: Значения коэффициентов регуляторов при различных расходах пара

	Расход пара, dD, кг/с			
	50	200	300	400
Значения коэффициентов	$K_{pi} = 0.1;$	$K_{pi} = 0.089$	$K_{pi} = 0.089$	$K_{pi} = 0.093$
	$T_{pi} = 0.8;$	$T_{pi} = 0.82$	$T_{pi} = 0.948$	$T_{pi} = 0.95$
	$K_{reg1} = 10$	$K_{reg1} = 10$	$K_{reg1} = 10$	$K_{reg1} = 10$
	$K_{reg2} = 10$	$K_{reg2} = 10$	$K_{reg2} = 10$	$K_{reg2} = 10$
Максимальное отклонение уровня от номинального	0.0158	0.0356	-0.023	0.0374

На рис. 3 представлены графики переходных процессов при различных возмущениях расходом пара. Согласно данным рис. 3 имеют место колебательные процессы со временем регулирования уровня, не превышающим 150 с. и максимальными отклонениями уровня не более 50 мм, что не превышает допустимые значения отклонений при расходах пара до 400 кг/с.



Рисунке 3 - Графики переходных процессов изменения уровня при подаче ступенчатого возмущения расходом пара :

1 – расход пара $dD=50$ кг/с; 2 – расход пара $dD=200$ кг/с; 3 – расход пара $dD=300$ кг/с; 4 – расход пара $dD=400$ кг/с

Заключение

В результате проведенного моделирования были получены настроечные параметры регулятора уровня воды с учетом изменения нагрузки расходом пара. Результаты показали, что трехимпульсная САР уровня воды в парогенераторе котлоагрегата обеспечивает необходимые требования, предъявляемые к уровню.

Список литературы

1. Клюев А.С., Товарнов А.Г. Наладка систем автоматического регулирования котлоагрегатов, М., «Энергия», 1970.
2. Методы классической и современной теории автоматического управления/ Под ред. Н.Д. Егунова, М., 2000
3. Плетнев Г.П. Автоматическое управление и защита теплоэнергетических установок электростанций, М.: Энергоатомиздат, 1986.
4. Поляков А.В. 3-х импульсная АСР уровня воды в парогенераторе с ПИ- регулятором и импульсами по расходам воды и пара. [Электронный ресурс]. – URL: <http://matlab.exponenta.ru/simulink/book3/15.php> (Дата обращения 20.09.2015).

СТАЦИОНАРНАЯ АКУСТИЧЕСКАЯ КАМЕРА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ

Рыбаков Е.А., Стариков Д.П.

Научный руководитель: к.т.н. Громаков Е.И.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики

EvgRybakov@gmail.com

Введение. Насосные агрегаты (НА) и находятся в работе круглый год фактически без остановки, в силу этого к ним предъявляются высокие требования по надежности, ведь бесперебойная работа оборудования нефтегазотранспорта является важнейшим требованием, предъявляемым к системе автоматического управления (САУ). В настоящее время при поломке вместо неисправного оборудования встает резервное и предприятие не терпит затрат, связанных с остановом технологического процесса. Однако, ремонт и диагностика неисправностей – мероприятие дорогостоящее, т.к. НА – сложное оборудование со сложной геометрией, внушительными размерами и весом.

Типовым решением диагностики и сигнализации неисправного состояния объектов НГО, используются различные датчики вибрации и осевого смещения вала насоса (рис. 1). Но по этим параметрам неисправность определяется обычно не на самой ранней стадии, а в случае НА и КС, время обнаружения неисправности играет критическую роль, ведь стоимость ремонта измеряется сотнями тысяч рублей.

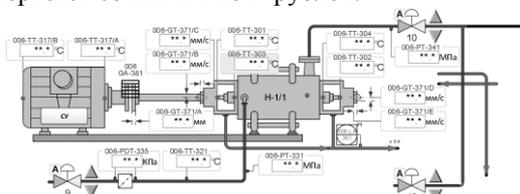


Рисунок 1 - Мнемокадр. Объем автоматизации НА

Так же одной из основных проблем является локализации неисправности, превышение допустимого уровня вибрации говорит о наличии неисправности, но для локализации причины – необходимо полностью демонтировать и разобрать оборудование. Из выше сказанного вытекает основная проблема – это обнаружение и точная локализация неисправности на ранней стадии. Создание устройства, позволяющего решить совместно поставленные проблемы – цель данной работы.

Модель и принцип работы акустической камеры (АК). Акустическая камера (АК) – это камера, по контуру которой расположены чувствительные элементы (микрофоны). Модель установки имеет следующий вид (рис. 2).

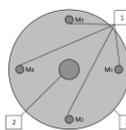


Рисунок 2 - Модель АК

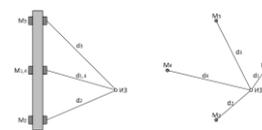


Рисунок 3 - Принцип работы

где:

- 1 – высокочувствительные микрофоны;
- 2 – цифровая камера высокого разрешения;
- 3 – корпус.

Известно, что звуковая волна до каждого из микрофонов дойдет за разное время, что обусловлено разными дистанциями от источника звука (ИЗ) до каждого из микрофонов. Пусть АК направлена на геометрически сложный, массивный объект, например, НА (см. рис. 3) где, d_{1-4} расстояния до источника звука (ИЗ).

Необходимо рассмотреть проекцию на плоскость камеры всех расстояний d_{1-4} . Каждый из четырех микрофонов фиксирует одновременно поступающие звуковые волны и если происходит резкое изменение частоты, не соответствующее технологическому процессу (стук, и т.п.), то АК фиксирует это и рассчитывает точное расположение в плоскости «некорректного» звука путем наложения вычисленных координат на изображение, полученное с камеры [1].

Расчет производится с использованием уравнений окружности, где единственная неизвестная переменная это z – время от возникновения события до фиксации этого события ближайшим сенсором (см. рисунок 4). Очевидно, что справедливы следующие уравнения (1):

$$\begin{aligned} d_1 &= z \cdot c \\ d_2 &= (z + \Delta z_1) \cdot c \\ d_3 &= (z + \Delta z_1 + \Delta z_2) \cdot c \\ d_4 &= (z + \Delta z_1 + \Delta z_2 + \Delta z_3) \cdot c \end{aligned} \quad (1)$$

где: c – константа, обусловленная скоростью распространения звуковой волны в среде, а Δz_i – разности фаз.

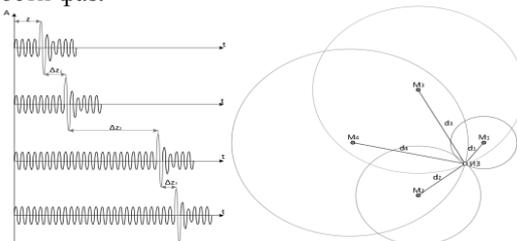


Рисунок 4 - Расчет локализации неисправности

В результате работы программы формируются уравнения (2), где α – расстояние между центром координат и микрофонами [2].

$$\begin{aligned} z^2 &= (x - \alpha)^2 + y^2 \\ (z + \Delta z_1)^2 &= x^2 + (y + \alpha)^2 \\ (z + \Delta z_1 + \Delta z_2)^2 &= x^2 + (y - \alpha)^2 \\ (z + \Delta z_1 + \Delta z_2 + \Delta z_3)^2 &= (x + \alpha)^2 + y^2 \end{aligned} \quad (2)$$

Из системы уравнений (2) возможно однозначно выразить z , после чего построить из каждого центра, окружность, где общая точка пересечения есть – координаты исследуемого «некорректного» звука.

Следующим этапом программное обеспечение (ПО) автоматически создает вероятностный градиент локализации данного звука и масштабирует результат, под формат окна камеры, например, рис. 5.

Программное обеспечение.

Последним этапом данные передаются на ПК, где в специально созданном ПО (рис. 5) интерпретируются и строятся выходные видеокдры (рис. 6).

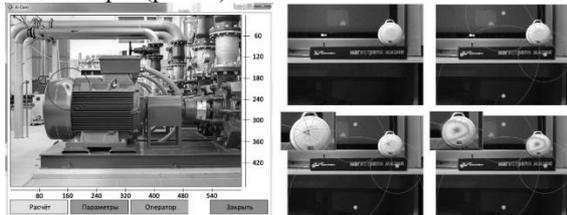


Рис. 5. Окно ПО Рис. 6. Пример видеокдра

На рис. 6 показан пример работы программы, где музыкальная колонка издает звук определенной частоты. В первом квадранте программа строит окружности, в третьем – находит решения системы уравнений и, наконец, в четвертом квадранте формирует градиент исходящего звука, с точной локализацией на плоскости.

Система строится на одном программируемом контроллере *atMega*. Контроллер обрабатывает сигналы с аналоговых датчиков (микрофонов), преобразует в цифровой вид (через АЦП) и транслирует данные на ПК, где производятся все необходимые калькуляции, решение уравнений. Калибровка микрофонов производится встроенными в модули потенциометрами, путем подачи эталонного звука [3].

ПО позволяет оператору просматривать тренды, на которых изображены графики изменения частот с определенной дискретизацией по времени (см. рис. 7) и выделить интересующие провалы или всплески частот относительно номинальной полосы допустимых значений. Экспертная система, заложенная в ПО, автоматически выделяет цветом возможные моменты времени, в которые была замечена неисправность.

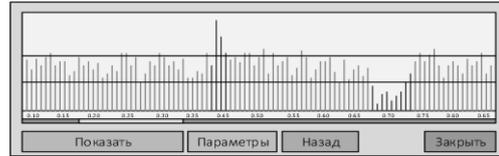


Рисунок 7 - Окно оператора

Заключение. Основные достоинства системы можно опционально разделить на два типа:

Технологические:

1. Предупреждение аварийных ситуаций;
2. Диагностика неисправностей на ранних стадиях;
3. Использование совместно с КИП;
4. Локализация неисправностей;
5. Мобильность в использовании.

Экономические:

1. Увеличение срока службы МНА;
2. Уменьшение затрат на ремонт оборудования;
3. Уменьшение количества ЗИП;
4. Гибкость системы (простота интеграции).

Особенно выделяются такие достоинства как точная локализация неисправностей и уменьшение затрат на оборудование.

Очевидно, что для полученного прототипа присущи и недостатки:

1. Невысокая точность локализации:

– Устраняется за счет увеличения расстояния между микрофонами в плоскости устройства и увеличения их числа (8, 16, 32);

2. Невысокий диапазон частот:

– Устраняется путем увеличения качества микрофонов.

Точность созданного прототипа составляет 1 мм, на расстоянии 1,5 м. Данный показатель легко увеличивается, за счет увеличения расстояния между камерами.

Акустическая камера может быть успешно внедрена для диагностики и сигнализации МНА, электроприводов, компрессоров. Перспективность данного решения очевидна в силу экономических и технологических факторов.

Список использованной литературы

1. S. Nandi, S. Detection of Rotor Slot and Other Eccentricity-Related Harmonics in a Three-Phase Induction Motor with Different Rotor Cages // IEEE Power Engineering Review, vol. 21, no. 9/ Ahmed, H. Toliyat.- 2001.- pp. 62-66.
2. X. Huang Real-time algorithm for acoustic imaging with a microphone array // The Journal of the Acoustical Society of America, vol. 125, no. 5.- 2009.- pp 150-155.
3. Рыбаков Е.А., Стариков Д.П., Громаков Е.И., Акустическая камера для проведения экспресс-диагностики насосных агрегатов и компрессорных станций // Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине: сборник научных трудов II Международной конференции, Томск, 19-22 Мая 2015. - Томск: Изд-во ТПУ, 2015 - Т. 2 - С. 61-63.

ИНТЕРАКТИВНЫЕ ДИСПЛЕИ ДЛЯ УЧЕБНЫХ АУДИТОРИЙ

Чайбар А.А.

Научный руководитель: Фадеев А.С.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики

arty1901@gmail.com

Введение

Сегодня расписание занятий студентов ТПУ предоставлено в виде веб-списка, доступ к которому возможен с помощью мобильного приложения «расписание вузов», с мобильного или стационарного компьютера, или электронного терминала, установленного в рекреациях университета.

Для проверки текущего расписания ТПУ необходимо запустить программу-браузер или мобильное приложение и иметь подключение к Интернету. Помимо этих требований, эта процедура занимает определенное время, которое при опоздании студента становится важным.

Основной задачей данной работы является исключить необходимость выполнения процедуры поиска нужного расписания в определенной аудитории. Предполагаемое решение поставленной задачи — отображение текущего расписания на интерактивном дисплее, который должен быть установлен возле каждой учебной аудитории.

Цель работы

Целью работы является – разработка информационной системы, отображающей информацию о текущем занятии в конкретной аудитории в режиме реального времени с уточнением наименования учебной дисциплины, имени преподавателя и номеров группы, для которых занятие проводится. Так же, для дополнительной информативности, должна отображаться информация о следующей и предыдущей паре. Такой способ информирования облегчит ориентирование студентов младших курсов в расписании.

Для реализации технической части было принято решение использования встраиваемые мини-компьютеры «Raspberry Pi» и дисплей диагональю 5-7”. Программная часть, реализующая получение, формирование и вывод расписания, реализуется на языке программирования PHP, с применением веб-технологий HTML и CSS.

Архитектура информационной системы

При выборе архитектуры построения системы, было принято решение отказаться от разработки приложений для мини-компьютеров Raspberry Pi, что позволит использовать их в качестве сверхтонких клиентов, представляющих собой простой веб-браузер. Так как серверная часть (gasp.tpu.ru) не предоставляет требуемые сервисы,

появилась необходимость использования трехзвенную архитектуру, состоящую из семейства мини-компьютеров Raspberry Pi, промежуточного сервера и сервера расписания ТПУ. При установке на большом количестве аудиторий территориальная разбросанность не позволит оперативно вносить изменения в код программы на тонких клиентах, что существенно усложнит их администрирование и настройку. При наличии на конечных клиентах только программы-браузера, необходимо настраивать только параметры подключения к сети и запрос к серверу с идентификатором определенной аудитории. Все остальные программные функции будут выполняться на одном промежуточном сервере. На схеме (рисунок 1) показана работа всей системы от формирования запроса до вывода информации на интерактивный дисплей аудитории.

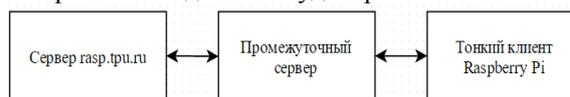


Рисунок 1 - Реализация запроса и ее вывод

В основе реализации программной части, лежит метод декомпозиции содержимого страницы, получаемой от сервера расписаний ТПУ, включающий в себя последовательный синтаксический анализ информации, размещенной на странице сайта.

Изначальный запрос формируется в веб-браузере тонкого клиента и содержит лишь идентификатор той аудитории, где он установлен. Этот запрос обрабатывается промежуточным сервером и на его основе формируются запросы к серверу расписаний ТПУ. Нужно отметить, что с точки зрения сервера gasp.tpu.ru, промежуточный сервер является обычным клиентом. Ответ с сервера gasp.tpu.ru возвращается в промежуточный сервер, где на веб-сервере формируется веб-страница для передачи в ответ тонкого клиента. Полученная страница передается на устройство Raspberry Pi и отображается в неизменном виде.

Формат веб-страницы

Информация, выводимая на дисплей (представляющий собой табличку-указатель конкретной аудитории) представляет собой веб-страницу, которая содержит информацию, представленную несколькими блоками, как о данной аудитории, так и о занятиях, проводимых в ней.

Первым блоком информации является номер аудитории и номер учебного корпуса. Следующий блок содержит значение текущего времени.

Далее содержится 3 блока: первый блок информации о **предыдущей паре**, второй блок – **текущая пара**, третий блок – **следующая пара**. Каждый из этих блоков содержит следующие атрибуты: *название дисциплины, имя преподавателя, номер группы, тип аудиторного занятия*. Так же имеется дополнительный атрибут - *примечание* - в блоке текущей пары.

Программная реализация

Для реализации и вывода информации в виде веб-страницы, на промежуточном сервере размещены файлы: `subject.php`, `time.php`, `name_class.php`, `group.php`, которые являются ключевой программной составляющей.

Так как реализация данных файлов является общей, то основные этапы написания программы являются общими. Поставленные этапы реализации:

1. получение содержимого с сайта расписания;
2. выделение требуемых объектов;
3. сортировка;
4. формирование результата в виде веб-страницы.

Реализация первой задачи, осуществляется функцией `file_get_contents()`.

В переменную `$url` задается URL-ссылка на веб-страницу. Все содержимое передается в переменную `$content` через функцию `file_get_content()`. Результатом работы функции на данном этапе является вся веб-страница данного адреса.

Следующий этап – выделение требуемой информации.

Написания данной части кода основывается на поиске в найденном. На этом этапе были использованы функции `preg_match()` и `preg_match_all()`.

Для написания шаблонов были использованы регулярные выражения. Шаблон состоит из следующих составляющих: **ограничителя шаблона, самого шаблона** и не обязательных **модификаторов**:

`preg_match('#<div class="j-spoiler-element j-spoiler-element-visible">(.*?)</div>#Uis', $content, $array)`.

Как показано выше, шаблоном для поиска является текст, находящийся между ограничителями решетка «#». Функция `preg_match()` осуществляет поиск всех блоков `div` с указанным классом. Так же используется подшаблон `(.*?)`, который ищет любое совпадение между тегами `div`. Результатом второго этапа является не отсортированный массив повторяющихся элементов, с требуемым объектом поиска.

Третий этап – сортировка. Для избавления от повторений в массиве, используется функция `array_unique()` – убирает все повторяющиеся значения из массива, но сохраняет их ключи без

изменений. Для сортировки ключей элементов полученного массива, после функции `array_unique()`, используется функция `array_values()`. Она заново индексирует возвращаемый массив числовыми индексами.

После первых 3-х этапов, результатом выполнения файлов будут массивы соответствующих значений: время начала каждой пары, названия предметов, ФИО преподавателей, тип аудиторного занятия, номера групп. Четвертый этап – вывод результата.

Для вывода конечного результата был написан шаблон `index.php`. Файл формирует небольшую веб-страницу на языке HTML, к которой подключаются вышеперечисленные PHP-файлы. Написанная PHP-программа, загружается в отдельно выделенный стационарный промежуточный веб-сервер.

Для оформления начертания шрифтов, цветового решения и дизайна веб-страницы, применено оформление с использованием каскадных таблиц стилей CSS.

Заключение

В настоящий момент ведется тестовая эксплуатация разработанных компонентов, продолжается работа над созданием легко читаемого и красочного оформления интерактивного указателя, представленного веб-страницей, и адаптация содержимого к маленьким дисплеям (диагональ которых составляет 7 дюймов) с низким разрешением.

В качестве следующего этапа планируется разработка единого технического решения, позволяющего легко тиражировать интерактивные указатели в виде законченных отлаженных готовых устройств.

Список использованной литературы

1. Парсинг html-сайтов с помощью PHP, Ruby, Python. [Электронный ресурс]. – URL: <http://parsing.valemak.com/> (дата обращения: 22.10.2015).
2. Регулярные выражения для пыхтящих. [Электронный ресурс]. – URL: <http://pyha.ru/forum/topic/19> (дата обращения: 22.10.2015).
3. Справочник по PHP. [Электронный ресурс]. – URL: <http://php.net/> (дата обращения: 22.10.2015).
4. Справочник по PHP. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.php.su/> (дата обращения: 22.10.2015).
5. Модификаторы регулярных выражений. [Электронный ресурс]. – URL: <http://sbfactory.ru/cd/?p=2334> (дата обращения: 22.10.2015).

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМИЧЕСКОГО И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ШАГАЮЩИМ РОБОТОМ

Д.Н. Репин

Научный руководитель: Тутов И. А.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
tyubis@mail.ru

С повышением уровня развития науки и техники появились механизмы с параллельной кинематикой, такие как трипод, квадропод, гексапод и другие. Такие механизмы обеспечивают улучшение кратковременной повторяемости позиционирования, снижение влияние инерционных сил. В основу таких механизмов легло строение паукообразных насекомых.

В рамках объекта исследования была выделена область робототехники, занимающаяся построением шагающих платформ. Таким образом предметом исследования является технология разработки шагающих платформ. На сегодняшний день, в области теории движения и управления шагающими платформами Россия занимает одно из ведущих мест в мире. Данную задачу рассматривают такие авторы как: В.А. Лопата, И.М. Макаров, А.С. Ющенко, А.В. Тимофеев, В.Е. Павловский и др. [1]

Разработанная платформа может быть представлена как манипуляционная система, состоящая из основания и четырёх манипуляторов, имеющих три степени подвижности (рис. 1)

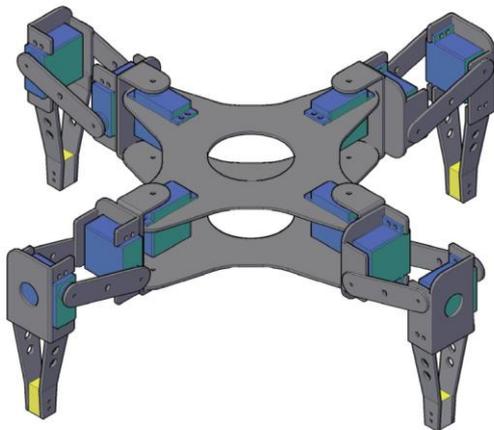


Рисунок 1 - Шагающая мобильная квадропод – платформа

Для шагающего робота в процессе выноса конечности должен осуществляться контроль высоты положения стопы над поверхностью, при этом, если высота любой из стоп становится меньше допустимой, то производится подъём до наименьшей допустимой высоты, а затем производится вынос ноги. Конец движения должен

сопровождаться восстановлением горизонтального положения платформы и смещением центра масс в зону равновесия. При опоре на три конечности с совершением шага место положения геометрического центра масс изменяется, что может приводить к падению робота. Таким образом, для стабилизации движения требуется реализовать двухуровневый алгоритм (рисунок 2).

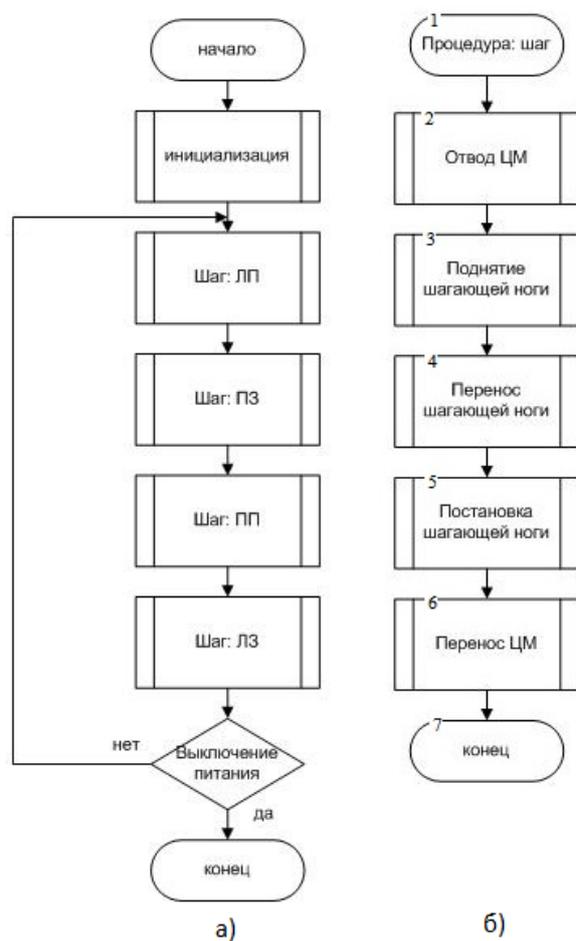


Рисунок 2 - а) верхний уровень; б) нижний уровень

Последовательность исполнения процедур верхнего уровня даёт возможность роботу одновременно опираться на три конечности, перемещаясь при этом на величину шага. В свою очередь процедура шаг содержит в себе набор процедур нижнего уровня: передача управляющего воздействия на сервоприводы для осуществления движения конечностью и стабилизация.

Для апробации разработанного алгоритма при

помощи программных сред autodesk autocad, Matlab 10 (пакеты: simulink, simmechanics, nettools) была составлена математическая модель квадропод – платформы [2]

После апробации алгоритмов, был составлен программный код на языке высокого уровня C++. Для удобства работы с платформой разработана графическая оболочка в среде C builder. Общий вид экранной формы оболочки представлен на рисунке 3.

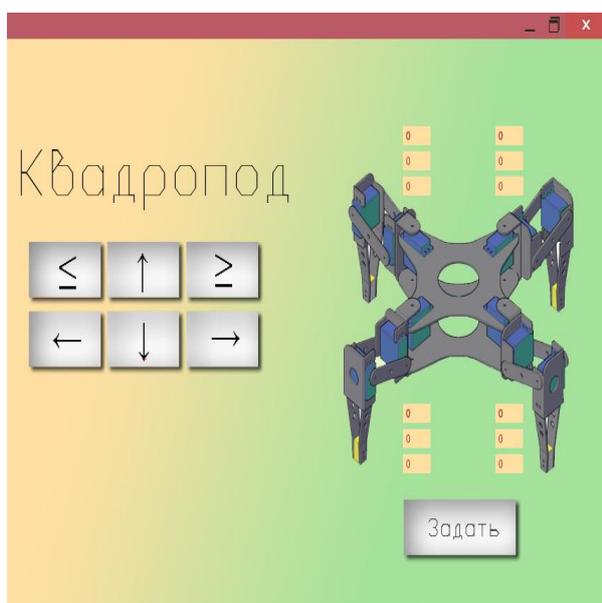


Рисунок 3 - Графическая оболочка среды управления квадропод - платформой

В правой части формы представлено схематичное изображение платформы. Рядом с каждой конечностью расположено окно задания угла поворота привода, расположенного в сочленении конечности. При помощи клавиатуры пользователь может задать угол поворота сервопривода в диапазоне $0..180^\circ$ в зависимости от номера привода. В случае, если указанное значение угла будет больше максимально возможного, то система самостоятельно исправит значение на максимум.

В левой части формы представлены пользовательские кнопки. При помощи указателей можно запустить процедуры, закреплённые за кнопкой. Например, при нажатии «стрелки влево» запустится процедура движения платформы левым боком. Процедура завершится тогда, когда пользователь отпустит кнопку.

На текущий момент времени:

1) изучены все основные этапы проектирования технических объектов и реализованы на примере проектирования мобильной платформы. Разработан перечень графического материала в соответствии с нормами ЕСКД, достаточного для производства продукта;

2) подобрана элементная база и разработан алгоритм движения шагающего робота.

В соответствии с алгоритмом написано программное обеспечение;

3) разработана математическая модель конечности робота.

4) разработана оболочка ПО и алгоритмы позиционирования конечностей робота.

Литература

1. Россия 21 века. [Электронный ресурс. Дата обращения 20.04.14]. Режим доступа: <http://21russia.ru/article/>
2. Репин Д.Н. Разработка математической модели управления шагающей мобильной квадропод – платформой. [Электронный ресурс] // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XII международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск, 12-14 Ноября 2014. - Томск: ТПУ, 2014 - Т. 2 - С. 287-288.
3. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин: Учебное пособие для вузов. - 4-е изд., перераб. и доп. //М.: Наука, 1988. -640 с.
4. Попов Е.П., Верещагин А.Ф., Зенкевич С.Л. Манипуляционные роботы: динамика и алгоритмы. — М.: Наука, 1978. 400 с.
5. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: учеб. для вузов. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009.
6. Официальный сайт Arduino [Электронный ресурс]. URL: <http://arduino.cc> Режим доступа: свободный (дата обращения: 18.06.2014)
7. Уилли Соммер. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freduino. // Санкт – Петербург, 2012. – 256 с.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОМ ДЛЯ РЕГЛАМЕНТА - РОБОТТРАФФИК

Репин Д.Н.

Научный руководитель: Тутов И. А.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
tyubis@mail.ru

Эволюция в области науки и технике приближает общество к моменту, когда для управления автомобилем человек станет больше не нужен. В будущем, автомобили будут перемещаться по городским улицам на больших скоростях по специальным схемам для предотвращения заторов. В мире уже есть первые опытные образцы автономных машин: Delphi, беспилотный автомобиль Google и т.д. Их особенность состоит в том, что они используют правила дорожного движения, которыми пользуется человек.

Для популяризации научно-технического творчества, создание условий для организации высокомотивированной деятельности по созданию и программированию роботизированных систем, привлечение внимания молодежи к проблемам безопасности на дорогах в Российской Федерации ежегодно проводятся состязания «Роботтраффик». Соревнования Роботтраффик (Robottraffic) были разработаны и впервые проведены в Центре робототехники Leumi в Университете Technion (Израиль) в 2010 г. С тех пор они стали международными и проводятся ежегодно. Соревнования Роботтраффик призваны не только наглядно продемонстрировать необходимость соблюдения правил дорожного движения, но и пробудить интерес к получению дополнительных знаний и навыков в областях автомобилестроения, мехатроники и программирования с целью проектирования и сборки сложных роботизированных систем. [1]

В регламенте соревнований наиболее интересными являются следующие виды состязаний: 1) движение по модели городского транспортного движения с соблюдением ПДД; 2) Движение с максимальной скоростью по гоночной трассе.

Все оборудование для подготовки к соревнованиям команда изготавливает самостоятельно из приобретенных комплектующих. Транспортное средство – модель колёсного ТС, приводимого в движение электродвигателем, с рулевым управлением способом поворота управляемых колёс, управляемая микроконтроллером в автономном режиме (самодельное или модернизированное готовое изделие).

К участию в соревнованиях допускаются модели ТС: размеры которых: длина не более 450 мм, ширина – не более 225 мм, база не менее 170 мм, колея не менее 120 мм. [1]

Разработку транспортного средства для участия в соревнованиях условно можно разделить на несколько задач: 1) выбор конструкции несущей части; 2) разработка системы обнаружения светофоров; 3) разработка аппаратного и программного обеспечения для решения задачи передвижения по контрастной траектории.

Первые две задачи не представляют особой трудности, так как имеют стандартное решение. Варианты решения задачи следования по контрастной траектории ограничены регламентом соревнований. По условиям соревнований в модели автомобиля могут применяться бинарные датчики освещенности, что делает невозможным построения ПИД - регулятора на основе прямых показаний с датчика. Бинарный датчик линии представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 - бинарный датчик линии

Основной фотоэлемент датчика работает в инфракрасном спектре. Дополнительно, для диагностики и настройки, на сенсоре установлен светодиод, который загорается когда поверхность под датчиком светлая. Переменный резистор, установленный на сенсоре, позволит регулировать чувствительность сенсора в широких пределах. Это позволяет откалибровать датчик под конструкцию, материал покрытия и различные условия внешнего освещения.

Для реализации движения вдоль контрастной линии при помощи бинарных датчиков существуют несколько методов: 1) следование по краю; 2) исключение линии; 3) предвидение линии. [2]

Метод следования по одному краю представлен на рисунке 2.

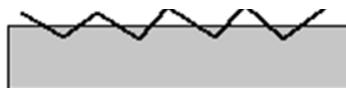


Рисунок 2 - Метод следования по краю линии

Для данного способа следования по линии необходим только один датчик. На самом деле робот следует не по самой линии, а по её границе, постоянно переходя от темного к светлому. И таким образом робот, виляя из стороны в сторону, двигается вдоль границы чёрного и белого. Это отлично работает на более медленных скоростях, но становится непригодным для использования в скоростном автомобиле. Если датчик пересекает линию, он может развернуться и поехать в обратном направлении, Датчик может быть в одном из двух возможных состояний 1 или 0.

Метод исключения линии представлен на рисунке 3



Рисунок 3 - Метод исключения линии

Линия находится между датчиков, а они в свою очередь стараются избегать её. На большой скорости эта схема работает лучше, чем предыдущая. Но если линия будет потеряна, то робот начнёт блуждать. Это происходит потому, что бот не может отличить границы линии, и её потерю. Чем меньше зазор между линией и датчиком, тем аккуратнее робот будет следовать по линии.

Условия работы сенсоров представлены в таблице 1.

Таблица 1

Код	управляющее воздействие
00	граница линии потеряна
01	линия справа
10	линия слева
11	не используется, если расстояние между датчиками больше чем ширина линии

Метод предвидения линии представлен на рисунке 4.



Рисунок 4 - Метод предвидения линии

При добавлении третьего датчика робот может определять линии и ее края. Тем самым робот может замечать съезд с линии. Также данная схема, легче адаптируется к меняющимся условиям, можно увеличить скорость на прямой, или настроить управление более тонко.

Это одна из наиболее распространенных конструкций. Для увеличения точности позиционирования робота можно увеличить таблицу условий путем добавления ещё двух датчиков.

Условия работы сенсоров представлены в таблице 2.

Таблица 2

Код	управляющее воздействие
001	линия слева
010	линия по центру
100	линия справа
011	линия ушла немного влево
110	линия ушла немного вправо
101	не используется (error)
111	не используется (error)

Для обеспечения управления с меньшей колебательностью был применен метод ПИД – регулирования, но качестве ошибки регулирования был взят косвенный показатель - время нахождения датчика над контрастной линией/белым фоном.

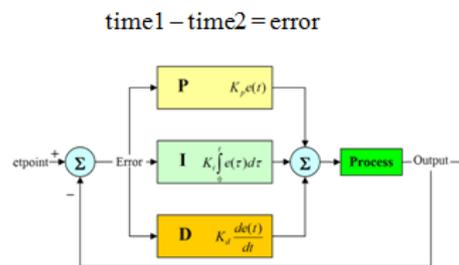


Рисунок 3 - ПИД - регулятор

Поскольку ошибка вычисляется по косвенным показателям, возможность измерить частоту и амплитуду колебаний системы отсутствует. В данном случае применение частотных методов настройки регулятора не представляется возможным, поэтому настройка проводилась экспериментальным методом.

На текущий момент времени была сконструирована модель транспортного средства для участия в регламенте Роботраффик, апробированы описанные методы движения по контрастной линии

Литература

1. Официальный портал Всероссийской робототехнической олимпиады. Электронный ресурс: [http://robolymp.ru/rules-and-regulations/robotraffik/].

2. Руководство по использованию датчиков линии. Электронный ресурс: [http://cxem.net/uprav/uprav40]

3. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: учеб. для вузов. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009.

4. Уилли Соммер. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freeduino. // Санкт – Петербург, 2012. – 256 с.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ

Андреев Д.И.

Томский политехнический университет
newwaytsk@gmail.com

Введение

21 век - век высоких технологий. Современные технологии открывают возможность упростить и качественно улучшить быт человека путем автоматизации процесса жизнедеятельности, что позволяет повысить безопасность и энергоэффективность использования ресурсов, применяя рациональные подходы и принципы энергосбережения.

Поэтому целью работы являлось изучение и поиск алгоритмов автоматизации и рационализации жизнедеятельности; разработка стандарта и системы общения между устройствами автоматизации; применение принципов энергосбережения в автоматизациях процесса; разработка серии устройств, способных управлять освещением, электропитанием, климатов, комфортом в помещении; построение системы автоматизации дома и автоматизации высокотехнологичных процессов малого и среднего бизнеса.

Описание

Проект заключается в создании автоматизированной системы управления устройствами, такие системы также известны как системы типа "Умный дом". Данная система будет использоваться для удаленного централизованного управления устройствами; для автоматического управления устройствами по заданным алгоритмам; для повышения комфорта и безопасности пространства человека; повышение энергоэффективности; уведомления о нестандартных ситуациях; работа по событиям и таймерам.

Управление автоматизированной системой будет заключаться в управлении следующими видами систем: электропитания, освещения, водоснабжения, безопасности, мониторинга, отопления, вентиляции, кондиционирования, связи.

Система изначально будет использована в жилых домах, после сбора статистики пользования, исследованы алгоритмы пользования технология будет перенесена в промышленность.

На сегодняшний день система имеет наработки: созданы устройства, реализованы возможности общения устройств и управления системой. Система обладает следующими преимуществами:

- НЕ требует модернизацию проводки
- Кроссплатформенный сайт
- Управление по таймерам
- Обнаружение протечки, задымления, газа и др.
- Управление электричеством, освещением,

микроклиматом, мультимедия

- Информирование о происшествиях
- Охранная система
- Алгоритмы автоматического управления, повышения энергоэффективности

Для сохранения простоты заменяемости обычных устройств умными, все проектируемые устройства имеют стандартный форм-фактор, т.е. если это розетка, мы снимаем обычную розетку и на ее место монтируем розетку, оснащенную электроникой, тоже самое с выключателем. Для решения проблемы используется наименьшая малогабаритная электроника. Аналоги на рынке представлены в форм-факторе переходников для розеток и переходником для патронов для освещения.



Фото 1. Пример разрабатываемых устройств.

Для сохранения простоты установки системы применяется следующее новое решение: устройства подключаются к головному устройству в автоматическом режиме по открытой сети, но защищенному стандарту, после запуска и обнаружения всех устройств, головное устройство переводит все устройства в зашифрованный, скрытый режим. Аналоги же либо работают по открытой сети, либо требуют профессионально обученного специалиста.

Для улучшения качественных показателей и увеличения срока службы устройств (бытовых приборов и осветительных приборов) подключенных к системе реализуется управление энергопитанием подключенных устройств. После анализа этого вопроса были выведены условия для правильного старта и прекращения подачи электроэнергии для разных типов устройств. Рассмотрим пример на выключателе света, бывает

несколько типов ламп: лампы накаливания, которым для многократного продлевания срока службы требуется плавный старт, и газоразрядные лампы, которым наоборот для розжига нужен резкая подача напряжения. Наш выключатель может работать в двух режимах. Аналогов с таким функционалом нет.

Использование передового микроконтроллера позволяет отслеживать состояние устройства, следить за энергопотреблением, температурными показателями в случае возникновения нестандартной ситуации, микроконтроллер поймет это и защитит питаемые устройства от повреждения. Аналогов с таким функционалом нет.

Устройства имеют двухканальную связь, управление устройствами осуществляется через головное устройство, которое может получать команды из интернета или на основе анализа принимать самостоятельные решения по заданным алгоритмам. За счет применения такой схемы стал возможен механизм опроса и анализа состояния устройств. И оповещение о нестандартной ситуации. Аналоги же оснащены одноканальной связью.

Устройства оснащены современной электроникой с малым энергопотреблением. Для повышения срока службы устройств были созданы алгоритмы сна и пробуждения устройств, пробуждение по запросу. В большинстве устройств системы встроены аккумуляторы, которые позволяют длительное время поддерживать работу системы в автономном режиме без электричества и продолжать информировать владельца системы о событиях. Аналогов с таким функционалом не найдено.

Система строится на собственном разработанном стандарте общения устройств, который позволяет расширять систему самостоятельно и привлечь сторонних специализированных производителей к сотрудничеству, например, серия умных бытовых приборов. Конкуренты работают либо на закрытых стандартах не способных к расширению, либо на полностью открытых системах с открытым шифрованием.

Система будет защищена 128 битным шифрованием, такое для сравнения используется в банке. За счет специального созданного алгоритма будет реализована ежедневная замена ключа шифрования, что позволит сделать нашу систему практически не взламываемой. Так же в планах перевод системы на частоту 868 мГц, которая практически не используется и обладает рядом преимуществ перед используемыми аналогами 2,4 гГц и 443мГц.

Принцип построения системы автономность, поэтому система способна получать равно функционально команды через интернет вашей квартиры(wi-fi или rj-45), по собственному gprs

каналу или через смс путем сжатия информации, такой подход в нашей стране не используется, но поиск показал аналог умный дом Google.

Пример сравнения цен на системы представлены в таблице 1

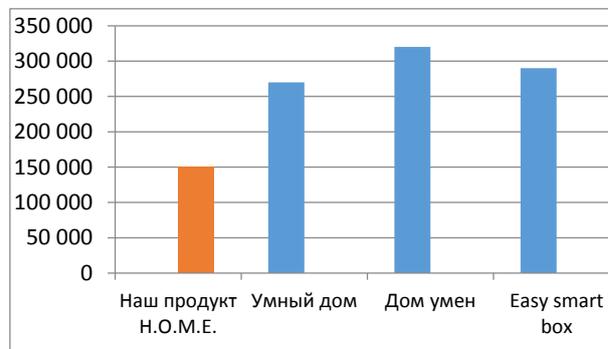


Табл. 1. Сравнение цен на системы.

Заключение

В ходе НИР будет заменен чип используемый для управления устройств на SoC чип с уменьшенным энергопотреблением и с улучшенными техническими параметрами. Замена чипа приведет к полной замене кода управления устройствами. Система получит преимущества:

- Простое внедрение системы
- Автоматическая установка системы
- Нестандартные решения
- Больше анализирующих данных
- Конфигуратор событий
- Форм-фактор стандартных устройств
- Автономная работа без электричества, связи и т.д.
- Стоимость готового продукта
- Срок службы более 10 лет



Фото 2. Планируемый чип управления.

Список использованных источников

3. Амосов О. С. Интеллектуальные информационные системы. Нейронные сети и нечеткие системы: Уч. пособие. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «Комсом. н/А гос. техн. ун-т», 2004. – 104 с.
4. URL <http://tomsk.dom-automation.ru/>
5. URL <http://domumen.ru/>
6. URL <http://easysmartbox.com>

СИСТЕМА МОДЕРНИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННО ИЗГОТОВЛЕННЫХ УСТРОЙСТВ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА С РЕАЛИЗАЦИЕЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО И УДАЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Куценко В.Н.

Томский техникум информационных технологий
newwaytsk@gmail.com

Введение

С каждым годом среднестатистический возраст сотрудников на заводах увеличивается, количество заводов уменьшается, все больше ищут на работу менеджеров и консультантов, нежели инженеров. Эти статистические факты заставили меня задуматься и поискать пути решения проблемы. Проанализировав ассортимент российской электронной продукции, я пришел к выводу, что производство в нашей стране морально устарело, технологии не способны конкурировать с зарубежными аналогами. Устройства не способны удовлетворить современным требованиям людей. Применение современной микроэлектроники может покрыть разрыв в функциональности устройств.

Описание решения

Для решения этой проблемы я предлагаю разработать систему модернизации любой промышленно изготовленной техники путём оснащения её специализированным устройством, которое позволит реализовывать автоматизированное и дистанционное управление модернизированной бытовой техникой. Расширить возможности техники, научить принимать автоматические решения в зависимости от окружающих изменяющихся условий или требований пользователя. Результат работы можно будет внедрять при производстве или модернизации различной электроники от бытовых приборов до промышленных станков, задача данного проекта понять принцип внедрения и программирование контроллера в промышленно изготовленное устройство, научиться получать исходные данные, анализировать и отдавать команды управления на имеющиеся пути управления.

В результате научной работы будет модернизирован промышленно изготовленный чайник фирмы Scarlet, приобретенный в магазине до «умного», что предполагает удаление всей электроники, отвечающей за работу чайника и оснащение его новой. Устройство обзаведется следующими возможностями:

- нагреть воду до нужной температуры, при чем выбор температуры заваривания чайник будет выбирать самостоятельно согласно выбранному сорту чая
- запрограммировать время включения чайника, например, с утра вместе с вашим

будильником

- удаленно управляться через интернет из любой точки мира
- удержание нагретой температуры путем подогрева
- дополнительно защитить чайник и пользователя от некорректной работы элементов, ввести алгоритмы самотестирования
- общение с системой умного дома по радиоканалу, предпочтительно wi-fi, потому что это удобно, или защищенный радиоканал на 868мгц, обладающий повышенной дальностью.

Пример интерфейса управления чайником через сайт представлен на рисунке 1 и рисунке 2.



Рис. 1. Интерфейс управления чайником

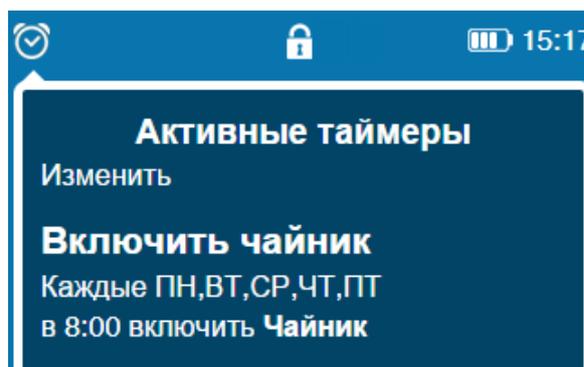


Рис. 2. Управление по таймеру

Анализ аналогов

Идея умных устройств не нова, некоторые производители перешли к запуску в производство линеек умной техники, например Redmond, Bork.

Идея Redmond заключается в оснащении своих устройств модулем управления Bluetooth, что обеспечивает небольшую дальность, менее 10 метров в помещении, если вы хотите управлять на большом расстоянии, вам необходимо оставить телефон или планшет с включенным bluetooth и

интернетом, установить специальные программы и управлять с другого телефона, что на мой взгляд является не эффективным, устройства самобытны и не связаны в сеть, устройство не позволяют повысить энергоэффективность, они только добавляют дистанционное управление

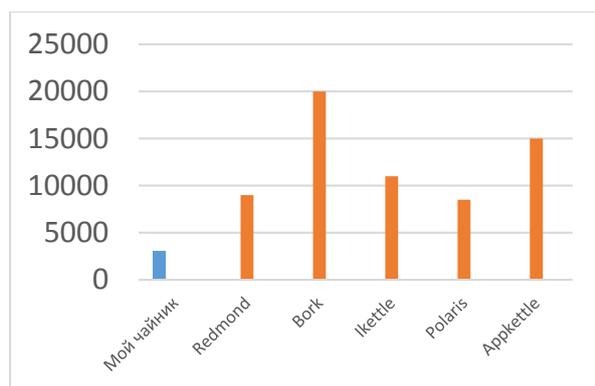
Идея Bork заключается в оснащении своих устройств интеллектом, вы можете выбирать расширенные режимы приготовления, например, для чайника вы можете выбрать цвет чая и чайник сам подберет оптимальную температуру заваривания, но устройства не умеют управляться удаленно и автоматически. При этом стоимость чайника Bork равна 20 т.р.

Есть английский проект по созданию умного чайника iKettle, стоимость чайника 100 фунтов, это более 10 т.р. Их чайник наделен хорошим функционалом, способен удаленно управляться, управляться по таймеру, но проект не выходит за рамки чайника, не распространяется на другие устройства и чайник не способен работать в комплексе с другими устройствами умного дома и в других системах умный дом.

Для проекта планируется использовать промышленно изготовленный чайник (1000-1500 рублей), и электронику, которая включает радио - модуль, микроконтроллер, блок питания и т.д. на 1500-2000 рублей в зависимости от выбранных элементов. Итого себестоимость чайника составит не более 3500 рублей.

Сравнение стоимости предложений на рынке можно увидеть на графике 1.

График 4. Стоимость аналогов на рынке



Проект разрабатывается под систему Н.О.М.Е. разрабатываемую в Томске выпускниками НИ ТПУ для автоматизации процессов

жизнедеятельности и технических процессов. Проект осуществляется на собственные финансы, возможности уже полтора года, есть множество наработок и готовый шоу-рум демонстрирующий работу системы.

Заключение

Область применения технологии модернизации промышленно изготовленных приборов довольно обширна. Её можно использовать в качестве автоматизации на производстве, например, в котельной, оснатив управляющие устройства данной технологией, мы без труда сможем удалённо регулировать температуру, следить за давлением и стабильностью работы котлов, следить за состоянием насосов и тд. Также модель позволит модернизировать управление оборудованием, повысить энергоэффективность и КПД, можно автоматизировать процесс прогрева станков до прихода сотрудников на рабочее место или автоматизировать управление климатом помещения в зимний период, и на основе анализа температуры и работы станков уменьшить потребление платной тепловой энергии. Технология позволит модернизировать производственные линии, благодаря централизованному управлению с обратной связью

Так же эту технологию можно применять и в медицине, например, оснатив медицинские приборы данной технологией, мы имеем возможность удалённо наблюдать за состоянием больного.

В домашней обстановке данная технология направлена на облегчение бытовых нужд и направлена на сотрудничество с действующим производителем бытовых приборов, нуждающегося в модернизации своих устройств.

Разрабатываемая модель модернизации позволит оснастить малыми усилиями старые выпускаемые приборы новыми функциональными возможностями от дистанционного управления до автоматического анализа и принятия решений согласно прописанным алгоритмам. Это позволит повысить конкурентоспособность оснащаемой техники на рынке.

Список использованных источников

1. URL: <http://www.bork.ru/>
2. URL: <http://habrahabr.ru/company/avi/blog/197498/>
3. URL: <http://multivarka.pro/>

Патентный поиск

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ПРОСТРАНСТВА СОСТОЯНИЙ СИСТЕМЫ В СРЕДЕ MATHCAD

Юэ Цюцзе, Лань Гунбо

Научный руководитель: Яковлева Е.М.

Томский политехнический университет

YkovlevaEM@yandex.ru

На протяжении длительного времени в области автоматического управления уделяется большое внимание описанию динамических систем методами пространства состояний [1]. Потому, что классические методы не могут сохранить свои позиции при решении задач многомерных и сложных систем, где они часто оказываются несостоятельными исключительно из-за вычислительных трудностей, тогда как методы пространства состояний позволяют осуществить четкую формализацию и автоматизацию вычислительных процедур.

Модели линейных динамических систем могут быть заданы в виде [1]:

I – уравнений состояния, образующих систему дифференциальных уравнений (ДУ) первого порядка в развернутой или матричной форме;

II – уравнения «вход-выход» в форме дифференциального уравнения n-го порядка или соответствующей передаточной функции;

III – совокупности дифференциальных уравнений, описывающих процессы в отдельных звеньях системы, и алгебраических уравнений, описывающих связи между этими звеньями.

При получении модели динамических систем I способом используется метод пространства состояния системы.

Под **состоянием системы** [2] понимают минимальную информацию, которая достаточна для того, чтобы предсказать ее будущее поведение.

Данный метод является графоаналитическим, позволяющим оценить динамическое поведение любой системы (линейной, нелинейной, стационарной, нестационарной) при различных начальных условиях (НУ) и внешних воздействиях (описание САУ в дифференциальных уравнениях только при нулевых НУ).

Для представления дифференциального уравнения САУ n-го порядка в n-мерном пространстве в общем случае требуется N начальных условий и кроме входной g(t) и выходной y(t) координат вводятся в рассмотрение промежуточные переменные (координаты) x₁, x₂, ..., x_n – которые называются переменными состояния САУ. Число переменных x₁, x₂, ..., x_n – равно порядку системы.

Целью работы является исследование использования для получения математической модели (ММ) САУ методом пространства состояния системы.

Каждая совокупность конкретных числовых значений всех этих переменных полностью

определяет состояние системы в данный момент времени и играет роль НУ для всего будущего движения. Уравнения в переменных состояния САУ для любого класса систем (стационарных, нестационарных, линейных, нелинейных) имеют вид [2]:

$$\dot{x}_i(t) = f_1(x_1, x_2, \dots, x_n, g, t), \quad i = 1 \dots n; \quad (1)$$

$$y_i(t) = f_2(x_1, x_2, \dots, x_n, g, t), \quad (2)$$

Где f₁ и f₂ – функционалы.

Уравнение (1) является уравнением входа системы, а уравнение (2) – выхода. В случае линейной стационарной САУ уравнения (1), (2) принимают вид [2]:

$$\dot{X}(t) = A \cdot X(t) + K \cdot g(t), \quad (3)$$

$$y_i(t) = c \cdot x(t) + d \cdot g(t). \quad (4)$$

где d – постоянный коэффициент, а X, A, K, C есть матрицы вида:

$$X = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_{n-1} \\ x_n \end{bmatrix} \quad A = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad K = \begin{bmatrix} k_1 \\ \dots \\ k_n \end{bmatrix} \quad C = [c_1 \dots c_n];$$

$$d = k_0 = b_n.$$

Рассмотрим алгоритм использование метода пространства состояния [2] для анализа линейных САУ на примере САУ частоты вращения ДПП с заданным ДУ:

$$(a_4 p^4 + a_3 p^3 + a_2 p^2 + a_1 p^1 + a_0) y(t) = (b_2 p^2 + b_1 p^1 + b_0) g(t)$$

$$\text{где } a_4 = 1, a_3 = 48.715, a_2 = 1022, a_1 = 1.551 \cdot 10^4, a_0 = 7.709 \cdot 10^4, b_2 = 716.599, b_1 = 1.503 \cdot 10^4, b_0 = 7.709 \cdot 10^4. \quad (5)$$

Алгоритм сводится к следующему.

1. Выражается ДУ относительно старшей производной:

$$p^4 \cdot y(t) = -[48.715 p^3 y(t) + 1022 p^2 y(t) + 1.551 \cdot 10^4 p y(t) + 7.709 \cdot 10^4 y(t)] + (716.599 p^2 + 1.503 \cdot 10^4 p + 7.709 \cdot 10^4) g(t) \quad (6)$$

2. Вводится первая переменная системы: x₁(t) = y(t) – k₀ · g(t)

3. Составляется система ДУ первого порядка (3), с учётом (6). Добавляется (4) и получаем математическую модель САУ в пространстве состояния системы:

$$\begin{matrix} p y(t) \\ p^2 y(t) \\ p^3 y(t) \\ p^4 y(t) \end{matrix} \begin{cases} \dot{x}_1(t) = x_2(t) + k_1 \cdot g(t); \\ \dot{x}_2(t) = x_3(t) + k_2 \cdot g(t); \\ \dot{x}_3(t) = x_4(t) + k_3 \cdot g(t); \\ \dot{x}_4(t) = -[48.715 x_1(t) + 1022 x_2(t) + 15510 x_3(t) + 77090 x_4(t)] + k_4 g(t) \end{cases}$$

$$y(t) = x_1(t) + k_0 g(t)$$

4. Составляется матрица A и определяется k_0

:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -77090 & -15510 & -1022 & -48.715 \end{bmatrix};$$

$$d = k_0 = b_n = 0$$

5. Для вычислений k_1 используется рекуррентная формула [3]:

$$k_{n-l} = b_l - \sum_{i=0}^{n-l-1} a_{i+l} \cdot k_i$$

где $n=4$; l принимает 0, 1, 2, 3

При $l=3$:

$$k_{4-3} = k_1 = b_3 - \sum_{i=0}^{4-3-1} a_{i+3} \cdot k_0 = 0 - 48.715 \cdot 0 = 0$$

При $l=2$:

$$k_{4-2} = k_2 = b_2 - \sum_{i=0}^{4-2-1} a_{i+2} \cdot k_i = 716 - 1022 \cdot 0 - 49 \cdot 0 = 716$$

При $l=1$:

$$k_{4-1} = k_3 = b_1 - \sum_{i=0}^{4-1-1} a_{i+1} \cdot k_i = 15030 - 15510 \cdot 0 - 1022 \cdot 0 - 49 \cdot 716 = -19880$$

При $l=0$:

$$k_{4-0} = k_4 = b_0 - \sum_{i=0}^{4-0-1} a_i \cdot k_i = 3.132 \cdot 10^5$$

6. Заполняется матрица K:

$$K = \begin{bmatrix} 0 \\ 716.599 \\ -1.988 \cdot 10^4 \\ 3.132 \cdot 10^5 \end{bmatrix}$$

7.С помощью программы Rkadapt(u, a, b, N, D) the MathCad решается система ДУ и строится график выходного сигнала $y(t)$. Функция Rkadapt(u, a, b, N, D) - возвращает матрицу, содержащую таблицу значений решения задачи Коши. Где u – вектор НУ; a, b – интервал от a до b ; N - число шагов; $D(x, y)$ – вектор функции, содержащей правые части первых производных, записанных в символьном виде.

Приведём алгоритм анализа САР частоты вращения ДПТ по полученной ММ в программе Rkadapt(u, a, b, N, D) the MathCad:

$$k_1 = 0 \quad k_2 = 716.599 \quad k_3 = -1.988 \cdot 10^4 \quad k_4 = 3.132 \cdot 10^5$$

$$D(x, y) := \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 + 716.599 \\ y_3 - 19880.0 \\ -48.715 \cdot y_3 - 15510 \cdot y_1 - 1022 \cdot y_2 - 77090 \cdot y_0 + 313200.0 \end{pmatrix}$$

$$u := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad Y := \text{Rkadapt}(u, 0, 1, 1000, D) \quad n := 0..999$$

График найденного решения в программе Rkadapt(u, a, b, N, D) представлен на рисунке 1. Из графика видно, что процесс колебательный, затухающий. Время регулирования: $t_p=0.538$ с. Максимальное значение регулируемой величины: $h_{\max}=1.519$, установившееся $h_{уст}=1$. Перегулирование равно: $\sigma, \% = \frac{1.519-1}{1} * 100\% = 51.9\%$

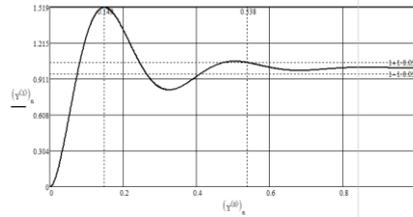


Рисунок 1 – График переходного процесса САР частоты вращения ДПТ, полученного в программе Rkadapt(u, a, b, N, D)

Результаты исследования ММ САР частоты вращения ДПТ, созданной методом пространства состояния системы хорошо коррелируются с исследованиями, проводимыми на модели, созданной в среде MatLab, программой Control System Toolbox:

$$\gg W = \text{tf}([716.599 \quad 1.503 \cdot 10^4 \quad 7.709 \cdot 10^4], [48.715 \quad 1022 \quad 1.551 \cdot 10^4 \quad 7.709 \cdot 10^4])$$

$$\gg \text{step}(W)$$

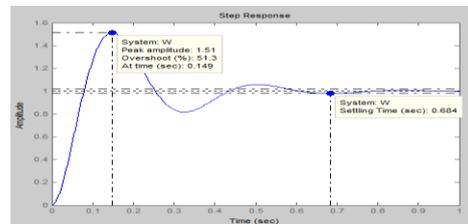


Рисунок 2 – График переходного процесса САР, полученный в среде MatLab

Из графика видно, что процесс колебательный, затухающий. Время регулирования: $t_p=0,684$ с. Максимальное значение регулируемой величины: $h_{\max}=1.519$, установившееся $h_{уст}=1$. Перегулирование $\delta=51.3\%$.

Исследования САР частоты вращения ДПТ по созданной ММ с использованием метода пространства состояний, показали возможность и простоту использования данного подхода к оценке показателей качества системы высокого порядка.

Литература

1. Дядик В.Ф., Байдали С.А., Криницын Н.С. Теория автоматического управления. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 196 с.

2. Яковлева, Е.М. Теории управления: Лабораторный практикум для студентов специальности 210100/Е.М. Яковлева, В.С. Аврамчук, В.П. Казьмин. – Томск: изд. ТПУ.-2010.-44 с.

3. Стрейц В. Метод пространства состояний в теории дискретных линейных систем управления / Пер. с англ. под ред. Я.З. Цыпкина – М.: Наука, 1985. – 294 с.

АЛГОРИТМ ФОРМИРОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ГЕОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ

Савельев А.О.

Томский политехнический университет

sava@tpu.ru

Введение

Основным инструментом стабилизации уровня добычи и повышения эффективности разработки является проведение большого объема геолого-технических мероприятий (ГТМ).

В качестве целей проведения подобных мероприятий выступают: повышение коэффициента эксплуатации нефтяных скважин (относительная длительность работы скважины), поддержание базовой добычи нефти, интенсификация добычи нефти, повышение нефтеотдачи пласта [1,2].

Задачу выбора вида ГТМ можно представить следующим образом. Имеется $G = \{G_n\}$ – множество технологий проведения ГТМ, из которых необходимо осуществить выбор; $R = \{R_k\}$ – множество геологических параметров, определяющих условия эксплуатации скважины; $C = \{C_m\}$ – множество условий и критериев, согласно которым должен осуществляться выбор ГТМ. Необходимо выбрать технологию $G_n \in G$, наиболее целесообразной для проведения на скважине, руководствуясь значениями параметров $R_k \in R$ и оценками соответствия технологий условиям и критериям $C_m \in C$ [3].

В общем виде планирование ГТМ может быть представлено следующей последовательностью этапов:

1. Выявление скважины с недоиспользованным потенциалом.
2. Прогнозирование добычи после технологической оптимизации и проведения ГТМ.
3. Формирование последовательности ГТМ.
4. Реализация ГТМ.
5. Анализ эффективности ГТМ/

Алгоритм формирования альтернатив при планировании ГТМ

С учётом ограниченного числа возможных вариантов ГТМ для определённой добывающей скважины, решение задачи планирования или формирования альтернатив ГТМ сводится к решению задачи классификации.

В качестве средства решения использовался метод k -взвешенных ближайших соседей. При этом задача формирования альтернатив ГТМ выглядит следующим образом.

Имеется $X \in R$ множество скважин-кандидатов и Y – множество допустимых видов ГТМ. Задана обучающая выборка $\{(x_i, y_i)\}_{i=1}^m$, содержащая информацию о ранее проведённых ГТМ для определённых скважин. Задано множество скважин-кандидатов $X^m = \{x_i\}_{i=1}^m$, для которых

нужно подобрать вариант ГТМ, т.е. множество $\{y_i\}_{i=1}^m$ для объектов $\{x_i\}_{i=1}^m$ [4].

На множестве объектов задаётся функция расстояния $\rho(x, x')$, которая является моделью сходства объектов. В рамках данной работы использована евклидова функция расстояния [4]:

$$\rho(x, x') = \sum_{i=1}^n (x_i - x'_i)^2$$

Таким образом, для скважины-кандидата $x \in \{x_i\}^m$ объекты обучающей выборки расположены следующим образом:

$$\rho(x, x_{1;x}) \leq \rho(x, x_{2;x}) \leq \dots \leq \rho(x, x_{m;x}),$$

где $x_{i;x}$ – объект обучающей выборки, являющийся i -м соседом объекта x .

В обобщённом виде, алгоритм k -взвешенных ближайших соседей представлен следующим выражением [4]:

$$a(x) = \operatorname{argmax}_{y \in Y} \sum_{i=1}^m [x_{i;x} = y] \times \omega(i, x),$$

где

$\omega(i, x)$ – заданная весовая функция, оценивающая важность i -го соседа.

Таким образом, формирование альтернатив ГТМ заключается в:

- формировании обучающей выборки на основе истории разработки месторождения и проведённых ГТМ;
- определении параметров анализа – множества параметров скважин, по которым осуществляется сравнение скважины-кандидата с обучающей выборкой и весовых коэффициентов для каждого из параметров;
- автоматизированном формировании альтернатив посредством алгоритма поиска k -взвешенных ближайших соседей;
- формировании результата в виде перечня нескольких видов ГТМ для каждой из исследуемых скважин.

Обобщённый алгоритм формирования альтернатив ГТМ представлен на рисунке 1 в виде UML-диаграммы деятельности.

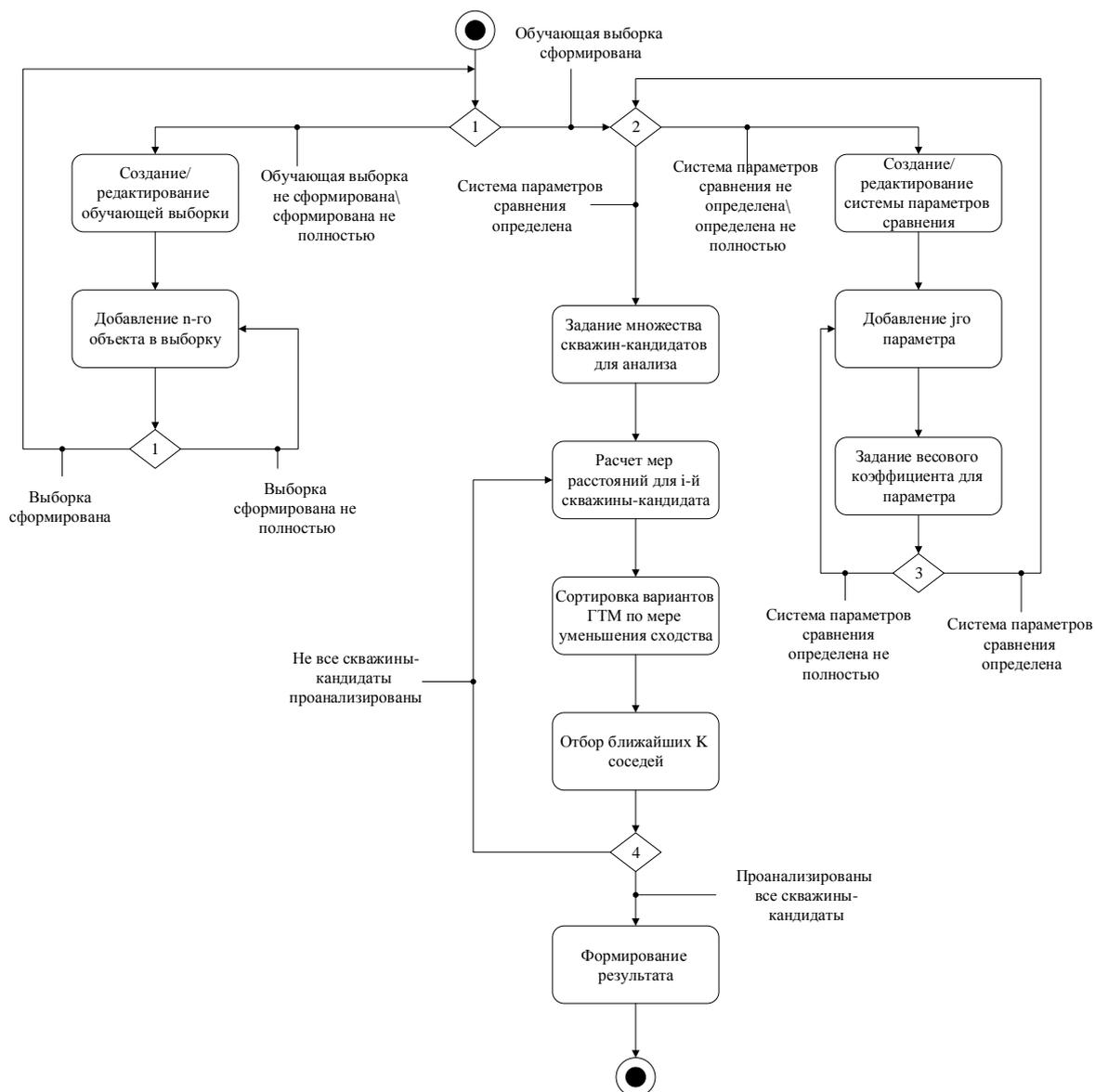


Рис. 1. Диаграмма деятельности алгоритма формирования альтернатив ГТМ

Заключение

Разработанный алгоритм является частью программно-алгоритмического комплекса по планированию и оценке эффективности ГТМ.

Результаты исследований использованы при выполнении работ по государственному контракту, № 14.515.11.0047, заключенному в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы».

Литература

1. Силич В. А., Ямпольский В. З., Савельев А. О., Комагоров В. П., Алексеев А. А., Гребенщиков С. А. Применение методологии OMSD для моделирования системы планирования геолого-технических мероприятий // Известия Томского

политехнического университета. - 2012 - Т. 321 - №. 5 - С. 42-46.

2. Гребенщиков С. А., Силич В. А., Комагоров В. П., Фофанов О. Б., Савельев А. О. Технология разработки информационной системы поддержки принятия решений для управления проектными работами при обустройстве месторождений // Научно-технический вестник ОАО «НК Роснефть». - 2012. - Вып. 29 - №. 4. - С. 38-42.
3. Шагиахметов М.Р. Модели и комплекс программ многокритериального принятия решений в условиях неопределенности в нефтедобыче: дис. ... канд. техн. наук – Казань., 2004. – 160с. РГБ ОД, 61:05-5/33.
4. Метод k взвешенных ближайших соседей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Метод_k_ближайших_соседей_\(пример\)](http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Метод_k_ближайших_соседей_(пример)), свободный (дата обращения: 09.06.2013).

АЛГОРИТМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭФФЕКТА ОТ ПРОВЕДЕНИЯ ГЕОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ

Савельев А.О.

Томский политехнический университет
sava@tpu.ru

Введение

При эксплуатации нефтегазовых месторождений необходимо проводить различные геолого-технические мероприятия (ГТМ). Целями проведения подобных мероприятий являются повышение коэффициента эксплуатации нефтяных скважин (относительная длительность работы скважин), поддержание базовой добычи нефти, интенсификация добычи нефти, повышение нефтеотдачи пласта [1].

Целесообразность и возможность проведения ГТМ зависят от технических возможностей и общего состояния скважины, определяемого при проведении гидродинамических исследований. При этом лишь в редких случаях достаточно провести мероприятия только одного вида. Выбор определенного ГТМ является нетривиальной задачей не только потому, что существует несколько допустимых вариантов решения, но и потому, что любое вмешательство в процесс эксплуатации скважины вызывает определенные последствия. Потери в результате ошибки исчисляются не только прямыми затратами на проведение мероприятия, но и недополученной прибылью [2].

Выделим основные этапы процесса принятия решения о проведении ГТМ [3]:

1. Выявление скважины с недоиспользованным потенциалом.
2. Прогнозирование добычи после технологической оптимизации и проведения ГТМ.
3. Формирование решений о проведении ГТМ.
4. Реализация ГТМ.
5. Анализ эффективности проведенного мероприятия.

Алгоритм прогнозирования эффекта от проведения ГТМ

Расчет эффекта от проведения планируемого ГТМ можно представить, как решение задачи прогнозирования. В качестве основного способа решения задачи прогнозирования эффекта от ГТМ использовалась множественная (многомерная) регрессионная модель.

В данном случае целью является построение модели с большим числом факторов, определив при этом влияние каждого из них в отдельности, а также их совокупное влияние на показатель эффективности ГТМ [4,5]. Иначе говоря, необходимо:

- выбрать форму связи (уравнение регрессии);

- определить параметры выбранного уравнения;

- проанализировать качество уравнения и проверить его адекватность опытным путём.

Обобщённое уравнение регрессионной модели при этом выглядит следующим образом [4]:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_mx_m,$$

где x_i – значение фактора, влияющего на показатель эффективности ГТМ.

Таким образом, задача прогнозирования эффекта от ГТМ сводится к нахождению значений коэффициентов b_i . Алгоритм действий пользователя при этом следующий:

Выбор варианта планируемого ГТМ (на основе результатов работы алгоритма по формированию альтернатив).

Определение обучающей выборки для нахождения коэффициентов b_i (выбор уже существующей, либо создание новой).

Автоматизированное решение уравнения регрессии и вычисление значений коэффициентов b_i , на основе заданной обучающей выборки.

Вычисление значения показателей эффекта от ГТМ.

Обобщённый алгоритм прогнозирования эффекта от проведения ГТМ представлен на рисунке 1 в виде UML-диаграммы деятельности.

Факторы, влияющие на эффект от ГТМ и параметры для оценки эффекта отличаются для различных вариантов ГТМ. Для подбора оптимального набора факторов и параметров требуется проведение экспериментальных исследований. При этом, предусмотренный инструментарий задания и редактирования требуемого набора параметров для уравнения регрессии, устраняет необходимость в последующей переработке алгоритма.

В качестве примера, приведём перечень факторов и параметров прогнозирования эффекта от гидравлического разрыва пласта, использовавшихся для первичной проверки алгоритма в работе:

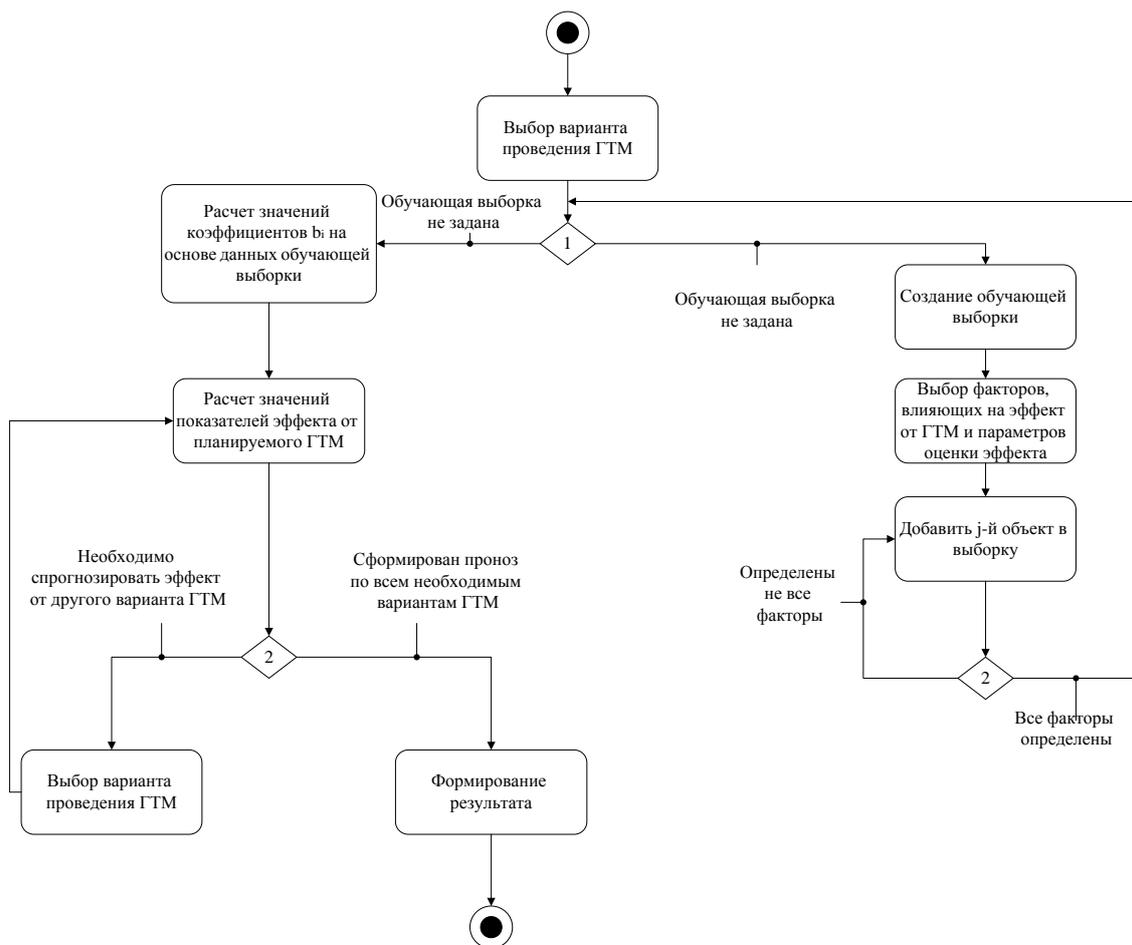


Рис. 1. Диаграмма деятельности алгоритма прогнозирования эффекта от планируемого ГТМ

В качестве параметров прогнозируемого эффекта от ГРП использовались:

- Дебит нефти после ГРП;
- дебит нефти до ГРП.

В качестве факторов влияния были выбраны:

- Пластовое давление;
- текущий дебит нефти;
- текущий дебит жидкости;
- полудлина трещины;
- высота трещины;
- параметры проппанта;
- объем закачки проппанта.

Заключение

Разработанный алгоритм является часть программно-алгоритмического комплекса по планированию и оценки эффективности ГТМ.

Результаты исследований использованы при выполнении работ по государственному контракту, № 14.515.11.0047, заключенному в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы».

Литература

1. Силич В. А. , Савельев А. О. Разработка алгоритма принятия решений по выбору геолого-технического мероприятия для

нефтедобывающей скважины // Проблемы информатики . - 2012 - №. 2(14) - С. 31-36.

2. Гребенщиков С. А., Силич В. А., Комагоров В. П., Фофанов О. Б., Савельев А. О. Технология разработки информационной системы поддержки принятия решений для управления проектными работами при обустройстве месторождений // Научно-технический вестник ОАО «НК Роснефть». - 2012. - Вып. 29 - №. 4. - С. 38-42.
3. Тимонов А. В. Системный подход к выбору геолого-технических мероприятий для регулирования разработки нефтяных залежей: Дис. ... канд. техн. наук. Уфа, 2010. С. 13-14.
4. Регрессионная модель [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Регрессионная_модель, свободный (дата обращения: 09.10.2015).
5. Множественная регрессия. Требования, предъявляемые к факторам, включенным в модель [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ekonometred.ru/bilety-k-ekzameni-ekonometrika/51-mnozhestvennaya-regressiya-trebovaniya-predyavlyayemye-k.html>, свободный (дата обращения: 09.06.2015).
6.), свободный (дата обращения: 09.06.2013).

ОСОБЕННОСТИ АЛГОРИТМА ПОИСКА ОБРАЗУЮЩИХ ПОЛИНОМОВ ДЛЯ ЦИКЛИЧЕСКИХ КОДОВ, ИСПРАВЛЯЮЩИХ ПАКЕТНЫЕ ОШИБКИ

Мышко Е.А.

Научный руководитель: А.Н. Мальчуков
Томский политехнический университет
evgenvt@tpu.ru, lman@tpu.ru

Введение

Для повышения надежности передачи данных применяется помехоустойчивое кодирование [1]. При построении кодового слова циклического помехоустойчивого кода используются образующие полиномы, поиск которых осуществляется с помощью специального алгоритма. Далее будут рассмотрены особенности алгоритма поиска образующих полиномов для циклических кодов, исправляющих пакетные ошибки.

Классификация типов ошибок

Известно большое количество помехоустойчивых кодов, в основу которых положены структурные характеристики кодов. В целом, все коды делят на две самостоятельные группы. К первой относят коды, использующие все возможные комбинации – избыточные коды или в литературе их еще называют простыми. Ко второй группе относятся коды, использующие лишь определенную часть всех возможных комбинаций. Такие коды называются избыточными. Как показал Клод Шенон [2] помехоустойчивость передачи сообщения может быть обеспечена за счет избыточности. Данные коды могут исправлять независимые ошибки и/или пакетные ошибки. На рис. 1, 2 представлены примеры классов ошибок. Независимые ошибки (рис. 1) – это такие ошибки, которые возникают в любом месте кодового слова и их возникновение не зависит от предыдущих или последующих ошибок.



Рис. 1. Независимые ошибки



Рис. 2. Пакетные ошибки

Пакетные ошибки (рис. 2) – это такие ошибки, которые обычно возникают в определённой области кодового слова. Код, ориентированный на исправление таких ошибок, имеет так называемое скользящее окно (рис. 3), все ошибки, попадающие в это окно, исправляются.

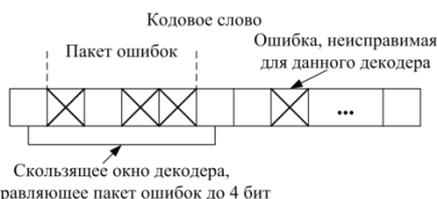


Рис. 3. Пакетные и неисправимые ошибки

Если ошибка не попадает в скользящее окно декодера, то она считается неисправимой для кода (рис. 3).

Особенности алгоритма поиска образующего полинома

Поиск образующего полинома, для циклических кодов, исправляющих независимые и пакетные ошибки осуществляется по двум основным параметрам:

- m – длина информационного блока;
- t – кратность исправляемых ошибок.

Для того, чтобы найти образующий полином необходимо перебрать все полиномы, подходящие под описанные параметры и если среди них не найдётся полином, который пройдёт проверки на необходимые и достаточные условия для образующего полинома, то поиск продолжится среди полиномов, длина которых на единицу больше, чем предыдущих [3]. Необходимое условие:

- строящийся на основе найденного образующего полинома код должен иметь расстояние Хэмминга не меньше, чем $d = 2*t + 1$ (для независимых ошибок) или $d = t$ (для пакетных ошибок).

Достаточное условие:

- остатки от деления всех комбинаций ошибок на образующий полином в рамках заданной t должны быть уникальными и при этом полином $x^n + 1$ делится на образующий полином без остатка, где $n = m + k$, (k – длина контрольного блока, n – длина кодового слова).

Далее приведено пошаговое описание алгоритма поиска образующего полинома для построения кода, исправляющего независимые ошибки [4]:

Начало.

Шаг 1. Задаются m – разрядность информационного блока и t – желаемая корректирующая способность кода.

Шаг 2. Вычисляется минимальная длина контрольного блока (старшая степень

образующего полинома) по формуле для поиска «границы Хэмминга»[3]:

$$k = \left\lceil \log_2 \left(\sum_{i=0}^t C_n^i \right) \right\rceil$$

где k – старшая степень образующего полинома, t – количество независимых ошибок, исправляемых кодом, n – разрядность кодового слова.

Шаг 3. Выбирается начальное значение веса полинома $w = dm$. Минимальное расстояние кода, исправляющего t независимых ошибок, вычисляется по формуле [5]: $dm=2t+1$.

Шаг 4. Выбирается полином из множества, состоящего из полиномов со старшей степенью, равной k и весом, равным w .

Шаг 5. Строится помехоустойчивый полиномиальный код на основе выбранного образующего полинома и генерируются все кодовые слова.

Шаг 6. Вычисляется минимальное кодовое расстояние построенного кода (путём нахождения минимального веса среди всех кодовых слов, за исключением нулевого слова).

Шаг 7. Если вычисленное кодовое расстояние удовлетворяет заданным требованиям, то переходим на шаг 8, иначе переходим на шаг 11.

Шаг 8. Вычисляются синдромы ошибок путем деления всех комбинаций ошибок на образующий полином.

Шаг 9. Если все синдромы ошибок уникальны для построенного кода, то осуществляется переход на шаг 10, иначе переходим на шаг 11.

Шаг 10. Если полином $x^n + 1$ делится на образующий полином без остатка, где n – длина кодового слова, то алгоритм завершает работу, иначе переходим на шаг 11.

Шаг 11. Если проверены все полиномы из множества (множество задано на шаге 4), то переходим на шаг 12, иначе переходим на шаг 4.

Шаг 12. Если вес w равен k , увеличиваем k на единицу и переходим на шаг 4, иначе увеличиваем вес w и переходим на шаг 4.

Конец.

В данном алгоритме на шаге 8 шаблоны ошибок вычисляются путем перебора всех возможных вариантов независимых ошибок кратности t для кода длины n .

Особенности алгоритма поиска полинома для пакетных ошибок

В отличие от алгоритма поиска образующего полинома для кодов, исправляющих независимые ошибки, алгоритм для пакетных ошибок имеет свои особенности. В шаге 2 минимальная длина контрольного блока будет вычисляться по формуле:

$$k = \begin{cases} t = 1, n + 1 \\ t = 2, 2^*n + 1, \\ t > 2, 2^*n + 1 + \sum_{i=1}^{p-2} n * 2^n \end{cases}$$

В шаге 3 минимальное значение веса полинома выбирается равным корректирующей способности кода. Ключевое отличие заключается в формировании шаблонов ошибок, согласно принципу размещения пакетных ошибок в кодовом слове (рис. 4).

Пакет				Кодовое слово					
1	1	1	0	0	0	0	0	...	0
Пакет				Кодовое слово					
0	1	1	1	0	0	0	0	...	0
Пакет				Кодовое слово					
0	0	1	1	1	0	0	0	...	0

Рис. 4. Шаблоны пакетной ошибки

Заключение

В данной работе рассмотрены особенности алгоритма поиска образующего полинома для построения полиномиального помехоустойчивого кода, исправляющего пакетные ошибки. Приведены необходимые и достаточные условия для образующего полинома. Рассмотрен пошагово алгоритм поиска образующего полинома для помехоустойчивого кода, исправляющего независимые ошибки, относительно которого рассмотрены особенности алгоритма поиска для пакетных ошибок. Установлено, что для алгоритма поиска полинома для кода, исправляющего пакетные ошибки основные особенности заключаются в расчете минимальной длины контрольного блока кодового слова, минимального расстояния кода и в принципе формирования шаблонов ошибок.

Список литературы

1. Морелос-Сарагоса Р. Искусство помехоустойчивого кодирования: методы, алгоритмы, применение: учебное пособие: пер. с англ. – М.: Техносфера, 2006. – 320 с.
2. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетики. – М.: Изд-во Инстр. лит., 1963. – 832 с.
3. Мальчуков А.Н. Алгоритмическое и программное обеспечение системы для разработки кодеков помехоустойчивых кодов : диссертация кандидата технических наук : 05.13.11 / Мальчуков Андрей Николаевич; [Место защиты: Том. политехн. ун-т].- Томск, 2008.- 151 с.: ил. РГБ ОД, 61 09-5/472.
4. Mytsko E. A., Malchukov A. N. Adaptation of technology MPI and OpenMP to search for the generators polynomials // 9th International Forum on Strategic Technology (IFOST-2014): Proceedings, Chittagong, October 21-23, 2014. - Chittagong: CUET, 2014 - p. 5-8.
5. Mytsko E. A., Malchukov A. N. Application of parallel computing technology openmp to search for the generator polynomials // Mechanical Engineering, Automation and Control Systems: Proceedings of International Conference, Tomsk, October 16-18, 2014. - Tomsk: TPU Publishing House, 2014 - p. 1-5.

РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ПОИСКА ОБРАЗУЮЩИХ ПОЛИНОМОВ ДЛЯ ЦИКЛИЧЕСКИХ КОДОВ, ИСПРАВЛЯЮЩИХ ПАКЕТНЫЕ ОШИБКИ

Мышко Е.А.

Научный руководитель: А.Н. Мальчуков
Томский политехнический университет
evgenvt@tpu.ru, lman@tpu.ru

Введение

Для обеспечения надежности передачи данных применяются полиномиальные помехоустойчивые коды [1]. Для построения помехоустойчивого кода необходимо подобрать образующий полином, удовлетворяющий заданным условиям, таким как, длина информационного блока и кратность исправляемость ошибок. В работе [2,3] приведена реализация алгоритма поиска образующих полиномов для кода, исправляющего независимые ошибки. Далее будет рассмотрена реализация алгоритма поиска образующих полиномов для циклических кодов, исправляющих пакетные ошибки.

Описание алгоритма поиска образующих полиномов

Алгоритм поиска образующих полиномов для кодов, исправляющих пакетные ошибки заключается в проверке полиномов-кандидатов заданной длины и веса на выполнение необходимых и достаточных условий [4] для соответствия образуемому полиному. На рис. 1. представлена блок-схема алгоритма поиска образующих полиномов. Далее представлено пошаговое описание алгоритма поиска образующего полинома для помехоустойчивых кодов, исправляющих пакетные ошибки.

Начало.

Шаг 1. Задаются t – разрядность информационного блока и p – желаемая корректирующая способность кода.

Шаг 2. Вычисляется минимальная длина контрольного блока (старшая степень образующего полинома) по формуле для поиска «границы Хэмминга»[4]:

$$k = \begin{cases} t = 1, n + 1 \\ t = 2, 2 * n + 1, \\ t > 2, 2 * n + 1 + \sum_{i=1}^{p-2} n * 2^n \end{cases}$$

где k – старшая степень образующего полинома, p – количество пакетных ошибок, исправляемых кодом, n – разрядность кодового слова.

Шаг 3. Выбирается начальное значение веса полинома $w = p$. Минимальное расстояние кода, исправляющего p пакетных ошибок, вычисляется по формуле [4]: $d = p$.

Шаг 4. Выбирается полином из множества, состоящего из полиномов со старшей степенью, равной k и весом, равным w .

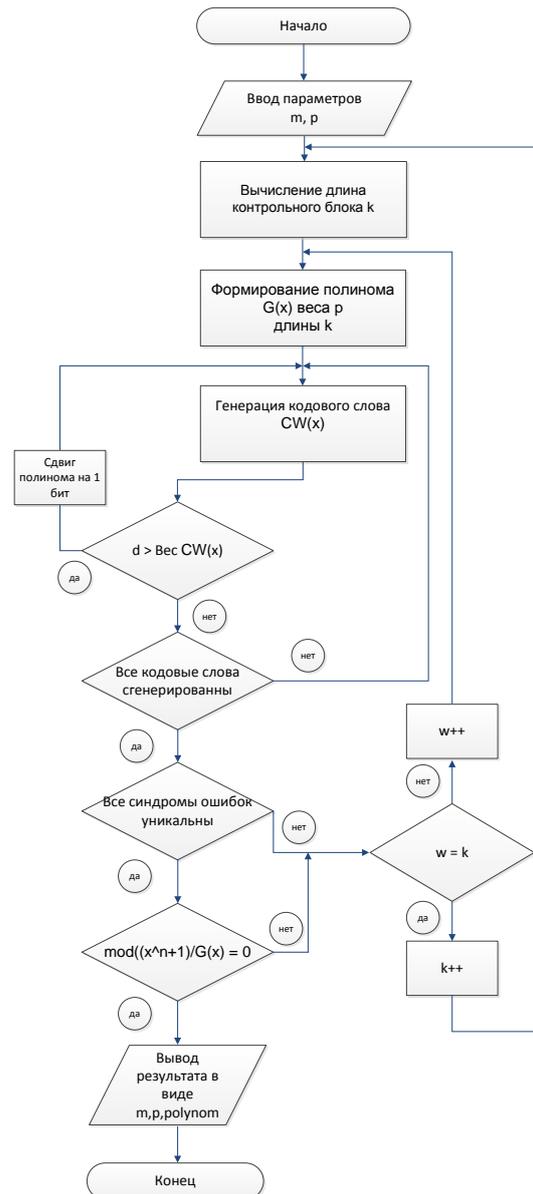


Рис. 1. Блок-схема алгоритма поиска образующих полиномов для кодов, исправляющих пакетные ошибки

Шаг 5. Строится помехоустойчивый полиномиальный код на основе выбранного образующего полинома и генерируются все кодовые слова.

Шаг 6. Вычисляется минимальное кодовое расстояние построенного кода (путём нахождения минимального веса среди всех кодовых слов, за исключением нулевого слова).

Шаг 7. Если вычисленное кодовое расстояние удовлетворяет заданным требованиям, то переходим на шаг 8, иначе переходим на шаг 11.

Шаг 8. Вычисляются синдромы ошибок путем деления всех комбинаций пакетных ошибок на образующий полином.

Шаг 9. Если все синдромы ошибок уникальны для построенного кода, то осуществляется переход на шаг 10, иначе переходим на шаг 11.

Шаг 10. Если полином $x^n + 1$ делится на образующий полином без остатка, где n – длина кодового слова, то алгоритм завершает работу, иначе переходим на шаг 11.

Шаг 11. Если проверены все полиномы из множества (множество задано на шаге 4), то переходим на шаг 12, иначе переходим на шаг 4.

Шаг 12. Если вес w равен k , увеличиваем k на единицу и переходим на шаг 4, иначе увеличиваем вес w и переходим на шаг 4.

Конец.

Реализация алгоритма поиска образующих полиномов

Алгоритм поиска образующих полиномов для кодов, исправляющих пакетные ошибки реализован на языке C++ с применением объектно-ориентированного программирования. Структура программной реализации представлена на рис. 2.

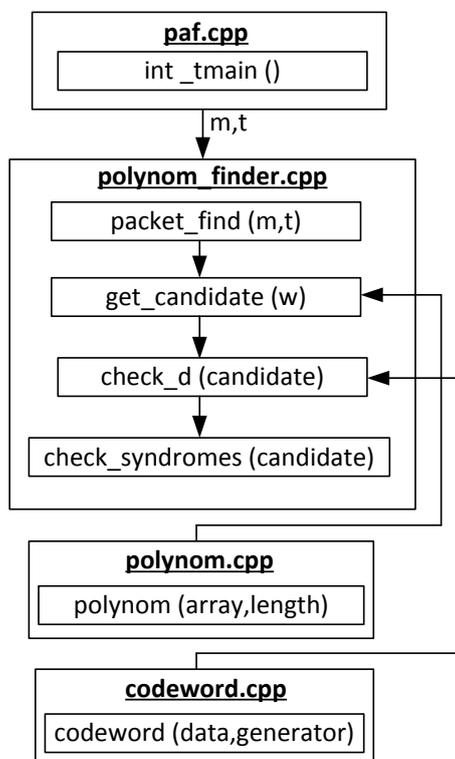


Рис. 2 Структура программной реализации алгоритма поиска

В главной программе вызывается метод packet_find с параметрами m – длина информационного блока, p – кратность исправляемых ошибок. В данном методе в цикле последовательно вызываются методы:

- get_candidate(w) – получение полинома-кандидата веса w (шаг 4 алгоритма), для проверки на выполнение необходимых и достаточных условий для образующего полинома. Метод также включает вызов конструктора polynom.;

- check_d (candidate) – проверка полинома candidate на соответствие кодовому расстоянию d (неоходимое условие, шаг 6 –7); Метод также включает вызов конструктора codeword.

- check_syndromes (candidate) – проверка синдромов ошибок для полинома candidate на уникальность (достаточное условие, шаг 8 – 9) и проверка остатка от деления полинома $x^n + 1$ на candidate. Если все синдромы ошибок уникальны и остаток от деления равен нулю, то полином candidate принимается за образующий.

Заключение

В данной работе рассмотрена реализация алгоритма поиска образующего полинома для построения помехоустойчивых кодов, исправляющих пакетные ошибки. Приведена блок-схема алгоритма поиска и пошаговое описание. Рассмотрена структура программной реализации алгоритма поиска образующего полинома, представляющая последовательность вызовов методов получения полинома-кандидата и проверки на выполнение необходимых и достаточных условий для образующего полинома.

Список литературы

1. Морелос-Сарагоса Р. Искусство помехоустойчивого кодирования: методы, алгоритмы, применение: учебное пособие: пер. с англ. – М.: Техносфера, 2006. – 320 с.
2. Mytsko E. A., Malchukov A. N. Adaptation of technology MPI and OpenMP to search for the generators polynomials // 9th International Forum on Strategic Technology (IFOST-2014): Proceedings, Chittagong, October 21-23, 2014. - Chittagong: CUET, 2014 - p. 5-8.
3. Mytsko E. A., Malchukov A. N. Application of parallel computing technology openmp to search for the generator polynomials // Mechanical Engineering, Automation and Control Systems: Proceedings of International Conference, Tomsk, October 16-18, 2014. - Tomsk: TPU Publishing House, 2014 - p. 1-5
4. Мальчуков А.Н. Алгоритмическое и программное обеспечение системы для разработки кодеров помехоустойчивых кодов : диссертация кандидата технических наук : 05.13.11 / Мальчуков Андрей Николаевич; [Место защиты: Том. политехн. ун-т].- Томск, 2008.- 151 с.: ил. РГБ ОД, 61 09-5/472.

ПРИМЕРЫ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМА ПОИСКА ОБРАЗУЮЩИХ ПОЛИНОМОВ ДЛЯ ЦИКЛИЧЕСКИХ КОДОВ, ИСПРАВЛЯЮЩИХ ПАКЕТНЫЕ ОШИБКИ

Мыцко Е.А.

Научный руководитель: А.Н. Мальчуков
Томский политехнический университет
evgenvt@tpu.ru, lman@tpu.ru

Введение

Реализация алгоритма поиска образующих полиномов для помехоустойчивых кодов [1], исправляющих независимые ошибки приведена в работе [2]. Основными параметрами, вводимыми пользователем, являются длина информационного блока – m и кратность исправляемых ошибок – p . Поиск осуществляется до первого полинома, удовлетворяющего необходимым и достаточным условиям [3]. Далее приведены примеры программной реализации алгоритма поиска образующих полиномов для построения полиномиальных помехоустойчивых кодов, исправляющих пакетные ошибки.

Описание программной реализации алгоритма

Для поиска образующего полинома, применяемого при построении помехоустойчивых кодов, исправляющих пакетные ошибки разработано программное обеспечение на языке C++ с применением объектно-ориентированного программирования. На рис. 1 представлена структура ПО поиска образующего полинома. Всего программа состоит из 3 классов для работы с полиномиальной арифметикой и основного файла программы:

- ***paf.cpp*** – основная программа для ввода параметров поиска; Вызывает метод `packet_find` класса `polynom_finder` для поиска;
- ***polynom_finder.cpp*** – основной класс поиска полинома и вывода результатов, содержит объекты классов `polynom` и `codeword`; Класс включает следующие основные методы:
 - ***packet_find*** – основной метод поиска образующего полинома для пакетных ошибок. В качестве параметров выступают `_m` – длина информационного блока; `_p` – кратность исправляемых ошибок;
 - ***get_packet*** – метод получения пакета ошибок для заданной кратности (p) и длины пакета;
 - ***get_pattern*** – метод получения шаблона ошибки со сдвигом *shift* для заданного пакета *packet*;
 - ***check_d*** – метод проверки расстояния Хэмминга (проверка необходимого условия для образующего полинома [2]);
 - ***check_syndromes*** – метод проверки уникальности остатков от деления шаблонов ошибок на образующий полином (проверка

достаточного условия для образующего полинома [2]);

- ***get_candidate*** – метод получения полинома веса w , который будет проверяться на выполнение необходимых и достаточных условий;
 - ***calculate_k*** – метод вычисления длины контрольного блока;
 - ***check_reminder*** – метод проверки остатка от деления полинома $x^n + 1$ на образующий полином (проверка второго достаточного условия).
 - ***polynom.cpp*** – класс, реализующий преобразование данных из нулей и единиц в строковом представлении в тип `polynom`, для выполнения арифметических операций; Класс включает следующие основные методы:
 - ***polynom*** – конструктор класса, преобразует массив символов из нулей и единиц в объект типа `polynom`;
 - ***shift*** – метод, реализующий сдвиг полинома на 1 бит вправо;
 - ***increment*** – метод, увеличивающий значение полинома на единицу;
 - ***print*** – метод для вывода полинома на экран;
 - ***reminder*** – метод получения остатка от деления;
 - ***xored*** – метод сложения по модулю 2;
 - ***compare*** – метод сравнения полиномов.
 - ***codeword.cpp*** – класс для создания кодового слова на основе образующего полинома и заданных параметров m и p . Класс включает следующие основные методы:
 - ***codeword*** – конструктор класса, строит кодовое слово на основе информационного блока *data* и образующего полинома *generator*;
 - ***get_distance*** – метод получения кодового расстояния слова;
 - ***full_print*** – вывод полной информации о кодовом слове (информационный блок, образующий полином, вес, длина);
 - ***check_length*** – метод проверки корректности длины кодового слова.
- Далее приведён пример основной программы поиска образующего полинома. В бесконечном цикле вызываются методы `check_d` и `check_syndromes` до тех пор, пока не будет найден образующий полином.

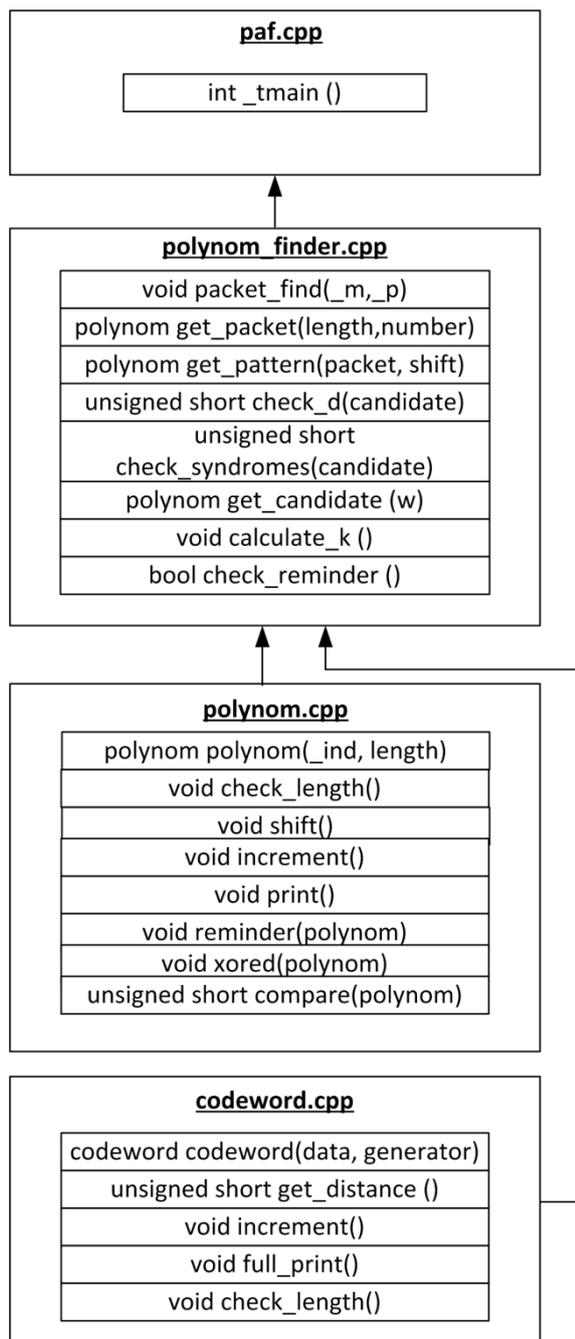


Рис. 1. Структура программы поиска образующих полиномов

```

do {
    polynom candidate = get_candidate(w);
    do {
        if( check_d(candidate)){
            if (check_syndromes(candidate) {
                found = true;
                candidate.print(); } }
        if( !found ) candidate.shift();
    } while( !candidate.shifted && !found );
    if( !found ) {
        if ( w == k ) {
            k ++;
            n ++;
            w = d; }
        else w++;
    }
} while( !found );

```

На рис.2 приведен пример работы программы поиска образующего полинома. Для поиска необходимо ввести диапазон для m – длины информационного блока и для p – кратности исправляемых ошибок.

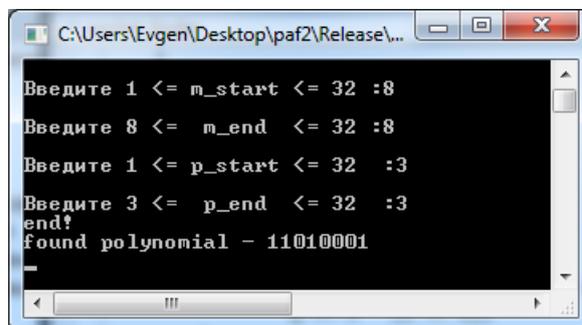


Рис. 2 Примеры работы программы поиска образующего полинома для $m = 8, p = 3$

Результаты поиска образующего полинома записываются в файл « $m_p.txt$ », где m и p – параметры, введенные пользователем. Данные записываются в формате $m,p,k,polynomial$. Таким образом для параметров $m = 8, p = 3$ в файл-отчёт запишется строка 8,3,7,11010001.

Заключение

В данной работе рассмотрены примеры программной реализации алгоритма поиска образующих полиномов для построения помехоустойчивых кодов, исправляющих пакетные ошибки. Рассмотрена структура программы, подробно описаны все классы и их методы для реализации поиска. Приведены примеры кода и работы программы поиска образующего полинома на примере блока данных длиной 8 бит и кратности исправляемых ошибок 3. Приведен пример выходного файла-отчёта с результатами поиска образующего полинома.

Список литературы

1. Морелос-Сарагоса Р. Искусство помехоустойчивого кодирования: методы, алгоритмы, применение: учебное пособие: пер. с англ. – М.: Техносфера, 2006. – 320 с.
2. Mytsko E. A., Malchukov A. N. Adaptation of technology MPI and OpenMP to search for the generators polynomials // 9th International Forum on Strategic Technology (IFOST-2014): Proceedings, Chittagong, October 21-23, 2014. - Chittagong: CUET, 2014 - p. 5-8.
3. Мальчуков А.Н. Алгоритмическое и программное обеспечение системы для разработки кодеров помехоустойчивых кодов : диссертация кандидата технических наук : 05.13.11 / Мальчуков Андрей Николаевич; [Место защиты: Том. политехн. ун-т].- Томск, 2008.- 151 с.: ил. РГБ ОД, 61 09-5/472.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАПУСКА ИЛИ РАБОТЫ ПРИЛОЖЕНИЯ В ВИРТУАЛЬНОЙ МАШИНЕ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА КОНФИГУРАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА PCI УСТРОЙСТВ

Черемнов А.Г.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
8xandr@gmail.com

Объём программного обеспечения в мире постоянно возрастает, в связи с чем увеличивается и количество взломов по всему миру [1].

По данным Business Software Alliance и International Data Corporation уровень пиратства в 2008 году в России составил 68%, а в ряде стран бывшего СССР 90-95% [2].

К негативным эффектам пиратства относят замедление экономического роста в развитых странах, потерю финансовой прибыли и вскрытие алгоритмического и математического обеспечения, с последующим его бесплатным неконтролируемым распространением в глобальной сети интернет [1].

При анализе скомпилированного кода коммерческого приложения довольно часто используют виртуальные машины, поскольку они позволяют достаточно легко менять параметры среды окружения, операционной системы и оборудования.

Анализ электронных ресурсов распространения пиратского программного обеспечения в Российской Федерации, на подобие <http://thepiratebay.org> свидетельствует о том, что применяемые подходы не лишены недостатков, в связи с чем существует огромная потребность в разработке новых механизмов детектирования виртуальных машин, основанных на статических и независимых от используемой операционной системы методах.

В процессе своей работы виртуальные машины используют специализированное виртуальное оборудование, которое обладает уникальным идентификатором по ряду причин:

1. диапазон ограничен и защищается производителями аппаратного оборудования.
2. подмена уникального идентификатора виртуальной машиной способно нарушить работу операционной системы, может привести к непредсказуемому поведению и даже полной неработоспособности.

В начале, используя базовую систему портов ввода/вывода, производится опрос шины PCI на наличие устройств.

Конфигурационное пространство устройства (рисунок 1), предназначенное для его идентификации и настройки, составляет 256 байт. Для доступа к конфигурационному адресному пространству в PC-совместимых архитектурах выделено два основных порта, согласно спецификации шины PCI [3].

Адрес	31	...	24	23	...	16	15	...	8	7	...	0
0x00	DeviceID						VendorID					
0x04	Status						Command					
0x08	Class Code						Revision ID					
0x0C	BIST			Header Type			Latency Timer			Cache Line Size		
0x10	Base Address Register 0											
0x14	Base Address Register 1											
0x18	Base Address Register 2											
0x1C	Base Address Register 3											
0x20	Base Address Register 4											
0x24	Base Address Register 5											
0x28	Cardbus CIS pointer											
0x2C	SubsystemID						Subsystem Vendor ID					
0x30	Expansion ROM Base Address											
0x34	Reserved									Capabilities pointer		
0x38	Reserved											
0x3C	Max_Lat			Min_Gnt			Interrupt Pin			Interrupt Line		

Рис. 1 – Структура конфигурационного пространства PCI устройств

0CF8h – W порт адреса Address (таблица 1);

0CFCh – RW порт данных Data.

Отметим, что порты являются 32-битными.

По спецификации Intel также имеются и дополнительные порты для задания адреса (0CF9h-0CFBh) и данных (0CFDh-0CFFh) [4].

Таблица 1 – Структура порта Address

Номер бит	Содержимое
0	0
1	0
2-7	Индекс регистра
8-10	Функция
11-15	Устройство
16-23	Шина
24-30	Резерв
31	С

С – флаг доступа к устройству, когда он выставлен (принимает активное значение) начинается выполняться цикл.

Порт адреса задаёт шину, устройство и адрес регистра в конфигурационном пространстве устройства [3].

Число шин вычисляется подсчётом мостов PCI-to-PCI.

Если в ответ приходит 0FFFFh – то устройства не существует. Как было отмечено выше, устройства виртуальных машин имеют уникальные идентификаторы DeviceID, VendorID, SubsystemID и Subsystem Vendor ID в конфигурационном пространстве. Исходный код на языке Delphi для получения необходимых идентификаторов приведён ниже.

```

Function IsDevice (Bus, Dev, Reg, Fun
:Byte):DWORD;
var
Addr : DWORD;
Temp : DWORD;
Resultat : DWORD;
Begin
GetPortVal($0CF8, Temp, 4);
Addr := (1 shl 31) + (Bus shl 16) +
(Dev and $1F) shl 11 +
(Fun and $07) shl 8 + (Reg and $3F)
shl 2;
// Пишем в порт адрес
SetPortVal($0CF8, Addr, 4);
GetPortVal($0CFC, Resultat, 4);

// Возвращаем что было
SetPortVal($0CF8, Temp, 4);
Result := Resultat;
End;

```

Схема обхода представляет собой три вложенных цикла по параметрам:

- Bus = 00h...FFh;
- Dev = 00h...1Fh;
- Fun = 00h...07h.

Обход повторяется два раза, в первый раз производим подсчёт количества мостов N PCI-to-PCI. Таким образом, во втором обходе Bus=00h...Nh.

Начиная с операционной системы Windows Vista, любая возможность прямого доступа к портам устройств закрыта [5], возможно, с целью повышения безопасности и устойчивости операционной системы. Для прямого доступа к портам ввода-вывода используем драйвер, подробно описанный в [6]. Функциональная схема информационно-логического взаимодействия представлена на рисунке 2.

Модификация поведения программы при попытке её исследования осуществляется так, как показано ниже.

```

if (VendorID = $1013) and (DeviceID
= $00B8) and (SubvendorID = $1AF4)
and (SubsystemID = $1100) then begin
FlagResult := TRUE; goto EndFunc;
end;
if (VendorID = $1022) and (DeviceID
= $2020) and (SubvendorID = $1AF4)
and (SubsystemID = $1100) then begin
FlagResult := TRUE; goto EndFunc;
end;
if (VendorID = $1033) and
(DeviceID = $0194) and (SubvendorID
= $1AF4) and (SubsystemID = $1100)
then begin FlagResult := TRUE; goto
EndFunc; end;
if (VendorID = $1106) and
(DeviceID = $3038) and (SubvendorID
= $1AF4) and (SubsystemID = $1100)
then begin FlagResult := TRUE; goto
EndFunc; end;

```



Рис. 2 – Функциональная схема информационно-логического взаимодействия между драйвером и процессом

В результате работы реализован принцип модификации поведения ПО при попытке его исследования, обеспечивающий повышенную безопасность программного кода, специализируемый модуль детектирования виртуальных машин с использованием драйвера для прямого доступа к портам, которые в настоящий момент используются для защиты программного обеспечения для восстановления информации с жестких дисков.

Литература

1. Даррелл Пейнетьер. Живучесть пиратства и его последствия для творчества, культуры и устойчивого развития. – Париж: UNESCO, 2005 – 21 с.
2. Sixth Annual BSA and IDC Global Software Piracy Study. URL: <http://global.bsa.org/globalpiracy2008/studies/globalpiracy2008.pdf> (Дата обращения: 20.10.2015)
3. Tanenbaum Andrew S. Modern Operating Systems. Third Edition. – University of Michigan, 2010. – p. 1120.
4. Intel® 64 and IA-32 Intel Architecture Software Developer's Manual. URL: <http://www.intel.com/content/www/us/en/processors/architectures-software-developer-manuals.html> (Дата обращения: 17.10.2015)
5. Microsoft Developer Network. MSDN Library. URL: <http://msdn.microsoft.com/enus/library/default.aspx> (Дата обращения: 17.10.2014)
6. Черемнов А. Г. , Аврамчук В. С. Разработка драйвера для прямого доступа к портам для Microsoft Windows 8.1 x86-x64 [Электронный ресурс] // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 2 т., Томск, 12-14 Ноября 2014. - Томск: ТПУ, 2014 - Т. 1 - С. 277-278. - Режим доступа: http://www.lib.tpu.ru/fulltext/c/2014/C04/V1/C04_V1.pdf.

ПРИЁМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ МАШИН ПУТЁМ АНАЛИЗА ПАРАМЕТРОВ ОКРУЖЕНИЯ

Черемнов А.Г.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
8xandr@gmail.com

В настоящее время по всему миру постоянно увеличиваются объёмы создаваемого программного обеспечения. В след за этим растёт количество нелегальных использований приложений и попыток его декомпиляции [1, 2]. Последнее неизбежно приводит к потере финансовой прибыли и раскрытию уникальных алгоритмов программного кода.

По этой причине разработка узкоспециализированных механизмов защиты программного кода с учётом аппаратных особенностей используемого оборудования является приоритетной задачей.

К основным инструментам хакеров, которые могут использоваться для облегчения процесса взлома приложений, относят [3, 4]:

- отладчики;
- дизассемблеры;
- редакторы ресурсов;
- распаковщики;
- редакторы PE-заголовка.

Не менее важным является и выбор среды исполнения для осуществления взлома. Огромное распространение здесь получили виртуальные машины, позволяющие достаточно быстро менять параметры среды окружения, операционной системы и оборудования в целом. Способность программы обнаружить своё исполнение внутри виртуальной машины и модифицировать свою работу может заметно усложнить процесс разбора программного кода.

Стоит отметить, что алгоритмы обнаружения виртуальных машин, используемые для защиты коммерческого приложения, являются коммерческой тайной компаний производителей программного обеспечения, в связи, с чем не описываются в литературе.

Как правило, существующие техники детектирования виртуальных машин основаны на анализе вспомогательных процессов, открытых окон приложений, объектов приложений, байт MAC-адреса, времени выполнения специальных инструкций, некорректном выполнении узкоспециализированных процессорных инструкций и атаках на конкретную виртуальную машину.

Анализ вспомогательных процессов коммерческим приложением обходится путём переименования исполняемых файлов или переименованием указанных процессов (таблица 1) в таблице процессов.

Таблица 1 – Анализ вспомогательных процессов

Виртуальная машина	Запущенные процессы
VirtualBox	VBoxTray.exe, VBoxService.exe
Parallels Workstation	prl_cc.exe, prl_tools.exe, SharedIntApp.exe
Virtual PC	vmusrvc.exe, vmsrvc.exe
VMware Workstation	vmtoolsd.exe

Помимо вспомогательных процессов можно анализировать и объекты, порождаемые этими процессами в ОЗУ компьютера (таблица 2).

Таблица 2 – Анализ объектов вспом. приложений

Виртуальная машина	Название объектов
VirtualBox	DeviceVBoxMiniRdrDN, DeviceVBoxGuest
Parallels Workstation	Deviceprl_pv, Deviceprl_tg, Deviceprl_time, DevicePrlMemDev
Virtual PC	DeviceVirtualMachineServices DeviceVirtualMachineServicesPCI DeviceVirtualMachineServicesUSB
VMware Workstation	DevicePrlMemDevPci, DevicePrlMemDev

Идентификация виртуальной машины в этом методе основана на попытке создания объекта с именем, приведенным в таблице 2. Данная операция осуществляется при помощи функции WinAPI CreateFile. Ошибка создания объекта является признаком существования объекта. Обойти подобную проверку возможно перехватом вызова функции CreateFile или непосредственной модификацией системной динамической библиотеки Microsoft Windows - kernel32.dll. Обход анализа открытых окон приложений (таблица 3) осуществляется при помощи перехвата WinAPI функций или переименованием окон, используя методы WinAPI до запуска исследуемого приложения.

Таблица 4 – Открытые окна

Виртуальная машина	Название объектов
VirtualBox	VBoxTrayToolWndClass
Parallels Workstation	CPInterceptor, DesktopUtilites
Virtual PC	{0843FD01-1D28-44a3- B11D-E3A93A85EA96}
VMware Workstation	VMSwitchUserControlClass

Анализ первых трёх байт MAC-адреса виртуального сетевого адаптера (таблица 4), обеспечивающего соединение гостевой виртуальной машины с хостовой системой, также не обеспечивает необходимой защиты - параметры сетевого интерфейса легко изменить.

Таблица 4 – Статичная часть MAC адреса

Виртуальная машина	Статичная часть физического адреса
VirtualBox	080020h, 080026h, 080024h, 08002Dh, 08002Eh, 080027h
Parallels Workstation	001C42h
Virtual PC	0003FFh, 000D3Ah, 0050F2h, 7C1E52h, 00125Ah, 00155Dh, 0017FAh, 281878h, 7CED8Dh, 001DD8h, 6045BDh, DCB4C4h
VMware Workstation	001C42h

Анализ времени выполнения инструкций является более надёжным подходом, хотя он уже и не работает на VMware Workstation 12-ой версии.

Пример исходного кода на языке Delphi:

```
function IsVm(): dword; register;
var
k: DWORD;
asm
    push ebx
    push edi
    @@r1:
    db $0f, $31
    mov edi, edx
    mov ebx, eax
    db $0f, $31
    cmp edi, edx
    jnz @@r1
    sub eax, ebx
    mov k, eax
    mov ecx, $0a
    @@cycle:
    db $0f, $31
    mov edi, edx
    mov ebx, eax
    db $0f, $31
    cmp edi, edx
    jnz @@cycle
    sub eax, ebx
    cmp eax, k
    jg @@ext1
    mov k, eax
@@ext1:
    dec ecx
    jnz @@cycle
    mov eax, k
    pop edi
    pop ebx
end;
function IsVmTest01: boolean;
begin
    Result := FALSE;
```

```
if (IsVm > 200) then
    Result := TRUE;
end;
```

Однако, используя Windows XP, VMware Workstation можно идентифицировать по следующему алгоритму [5]:

1. Записать в регистр EAX -> 564d5868h;
2. Записать в регистр ECX -> 0Ah;
3. Прочитать данные из порта 5658h;
4. Выполнение вернёт текущую версию виртуальной машины, в данном случае 12.

Последовательный вызов опкодов 0Fh, 3Fh, 07h и 0Bh на реальном процессоре приводит к возникновению ошибки времени выполнения, но на эмулированном процессоре VirtualPC выполняется без ошибок, что позволяет явно идентифицировать эту виртуальную машину.

Пример исходного кода атаки RedPill:

```
function SwallowRedpill: Boolean;
var
    RedPill: array[0..7] of byte;
    m: array[0..5] of byte;
    p: procedure; stdcall;
begin
    RedPill[0]:= $0f; RedPill[1]:= $01; RedPill[2]:= $0d; RedPill[3]:= $00;
    RedPill[4]:= $00; RedPill[5]:= $00; RedPill[6]:= $00; RedPill[7]:= $c3;
    // Установка указателя
    PPointer(@RedPill[3])^:= @m;
    // Возврат адреса
    p:= @RedPill;
    // Вызов p
    p();
    // Детектирование ВМ
    Result:= m[5] > $d0; end;
```

В результате работы реализован модуль детектирования виртуальных машин, который в настоящий момент используется для защиты программного обеспечения для восстановления информации с жестких дисков.

Литература

1. Даррелл Пейнетьер. Живучесть пиратства и его последствия для творчества, культуры и устойчивого развития. – Париж: UNESCO, 2005 – 21 с.
2. Sixth Annual BSA and IDC Global Software Piracy Study. URL: <http://global.bsa.org/globalpiracy2008/studies/globalpiracy2008.pdf> (Дата обращения: 20.10.2015)
3. Грег Хогланд, Гари Мак-Гроу. Взлом программного обеспечения: анализ и использование программного кода. – М.: Вильямс, 2005 г. – 384 с.
4. Крис Касперский. Фундаментальные основы хакерства. Искусство дизассемблирования. М: СОЛОН-Р, 2002 г. – 448 с.

ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ С ПОМОЩЬЮ БИБЛИОТЕКИ OPENMP

Надыршин С.В., Гелеверя А.И., Крякушина Ю.А., Фоминых Т.А., Щурихина К.В., Аксёнов С.В.
Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектронники
aev@tpu.ru

Введение

Одним из наиболее популярных средств программирования для компьютеров с общей памятью, базирующихся на традиционных языках программирования и использовании специальных комментариев, в настоящее время является технология OpenMP. За основу берётся последовательная программа, а для создания её параллельной версии пользователю предоставляется набор директив, функций и переменных окружения.

В качестве основы будет использоваться программа применения фильтра Габора. Фильтры Габора принадлежат к семейству полосовых фильтров. Такие фильтры способны выявлять диапазон частот сигнала в определенном промежутке и направлении.

Целью работы является увеличение производительности программы за счет использования многопоточности.

Описание алгоритма

Для решения поставленной задачи использовался следующий алгоритм:

1) Считывание цветовых каналов R, G, B из файла filename.bmp (рисунок 1);



Рис. 1. Исходное изображение

2) Вычисление матрицы интенсивности. I-интенсивность. $I=(R+G+B)/3$, где R, G, B – значения красного, зелёного и синего каналов соответственно;

3) Наложение фильтра Габора по соответствующей метрике при различных значениях параметра Θ (рисунок 2 слева направо соответственно с параметрами 0, $\pi/4$, $\pi/2$, $3\pi/4$).

Время выполнения программы в однопоточном режиме составило: 2.432 сек.

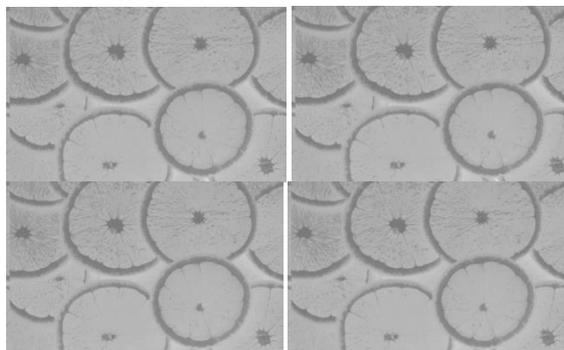


Рис. 2. – Изображения после применения фильтра Габора

Далее была применена библиотека OpenMP для выполнения наложения фильтра в нескольких потоках. Для определения количества потоков была использована функция `omp_set_num_threads()`. Так как наложение фильтров выполняется в цикле, то для сокращения времени выполнения программы была использована директива `#pragma omp parallel for`.

Для сравнения результатов производительности были использованы разные количества потоков, а также изображения разных размеров. Результаты приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – время выполнения программы при различных значениях количества потоков выполнения и размерах изображения

	Количество потоков			
	1	3	4	5
48x48	0,018	0,0232	0,0237	0,0103
420x360	0,2591	0,1842	0,1689	0,1508
1920x1200	2,4321	1,7385	1,3442	1,402

При небольшом размере картинки использование многопоточности не принесло желаемых результатов, так как время выполнения не только не уменьшилось, но и увеличилось. Но при использовании изображений больших размеров наблюдается значительный прирост производительности (рисунок 3).

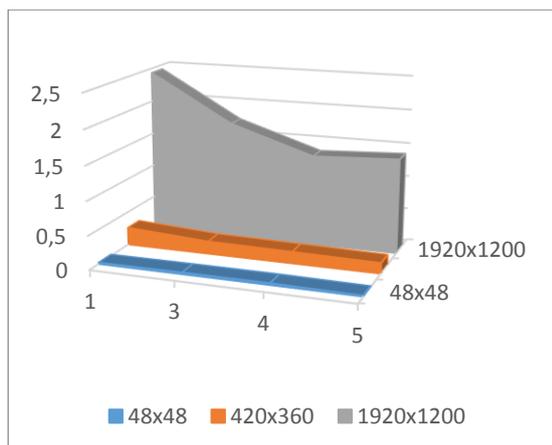


Рисунок 0 – Зависимость времени выполнения программы от количества потоков выполнения и размера изображения

Наилучший результат был достигнут при количестве потоков равном 4. Это обусловлено тем, что цикл проходит 4 итерации, следовательно, количество потоков больше 4 не имеет смысла.

Заключение

При разработке программы важную роль играет скорость работы алгоритма, и распараллеливание программы как раз позволяет достичь большей производительности. При использовании библиотеки OpenMP для распараллеливания программы время работы уменьшилось на 55,2.

Список использованных источников

1. Антонов А.С. Параллельное программирование с использованием технологии OpenMP: Учебное пособие. М.: Издательство МГУ, 2009. – 77с.
2. Амосов О. С. Интеллектуальные информационные системы. Нейронные сети и нечеткие системы: Уч. пособие. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «Комсом. н/А гос. техн. ун-т», 2004. – 104 с.
3. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика – М.: Мир, 1992. – 184с.
4. Кластеризатор на основе нейронной сети Кохонена. [Электронный ресурс]. – URL: <http://mechanoid.kiev.ua/neural-net-kohonen-clusterization.html> (Дата обращения 20.09.2014)
5. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. – М.: Вильямс, 2006. – 1104 с.
6. Круглов В.В., Борисов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 382 с

РЕАЛИЗАЦИЯ УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ ПРАВИЛЬНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ СИНХРОНИЗАЦИИ И ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ ЗАЩИТЫ УСТАНОВКИ ТОКАМАК КТМ

Мыцко Е.А., Мальчуков А.Н.

Научный руководитель: Ю.Б. Буркатовская
Томский политехнический университет
E-mail: evgenvt@tpu.ru, jgs@tpu.ru

Введение

Для повышения надежности передачи данных в автоматизации и системах контроля применяется помехоустойчивое кодирование [1]. На стороне отправителя встраивается кодер для формирования кодового слова из пакета данных, в то время, как на приёмной стороне встраивается декодер, обнаруживающий и исправляющий ошибки в полученном слове, либо сигнализирующий о неисправимой ошибке. В данной работе рассмотрена реализация на ПЛИС устройства контроля правильности передачи данных в системе противоаварийной защиты с применением метода параллельного циклического декодирования [1].

Структура передаваемого пакета данных

Структура пакета, для которого реализовывался циклический метод параллельного декодирования на ПЛИС представлен на рис.1. Данный пакет включает в себя конфигурируемый старт-байт, 2 байта данных и байт контрольной суммы CRC8.



Рис. 1. Структура пакета данных

Каждый байт пакета кодируется и декодируется отдельно. После декодирования байты данных собираются в исходный пакет длины 4 байта.

Реализация кодера на ПЛИС

Для получения кодового слова необходимо полином данных умножить на 2^k , где k на единицу меньше длины образующего полинома [2,3] и разделить полученное кодовое слово на образующий полином. Затем, остаток от деления сложить логической операцией «ИЛИ» с кодовым словом. Данный алгоритм можно описать формулой (1), где

$CW(x)$ – конечное кодовое слово, $M(x)$ – данные, $G(x)$ – образующий полином, mod – остаток от деления. На рис. 1 представлен функциональный блок кодера для блока данных 1 байт, реализованный на языке описания аппаратуры Verilog в программе Quartus II.

$$CW(x) = M(x) * 2^k \mid \text{mod}((M(x) * 2^k) / G(x)) \quad (1)$$



Рис. 2. Функциональный блок кодера

На вход блока подаётся 1 байт данных, на выход блока – сформированное кодовое слово. Таким образом, для каждого байта пакета данных строится кодовое слово, после чего все слова формируются в один пакет длиной 60 бит (4 по 15 бит), который передаётся получателю по каналу связи.

Реализация на ПЛИС декодера циклического кода, исправляющего пакетные ошибки

Структурная схема блока циклического декодирования для исправления пакетных ошибок представлена на рис.3. Сформированные циклическим сдвигом кодовые слова параллельно поступают на блок вычисления остатков от деления кодовых слов на образующий полином [2,3]. Затем, полученные остатки поступают на блок проверки соответствия $R_i(x)$ шаблону $P(x)$. В случае соответствия шаблону, остаток складывается по модулю 2 с кодовым словом и осуществляется обратный циклический сдвиг на i разрядов, где i – порядковый номер остатка, соответствующего шаблону.

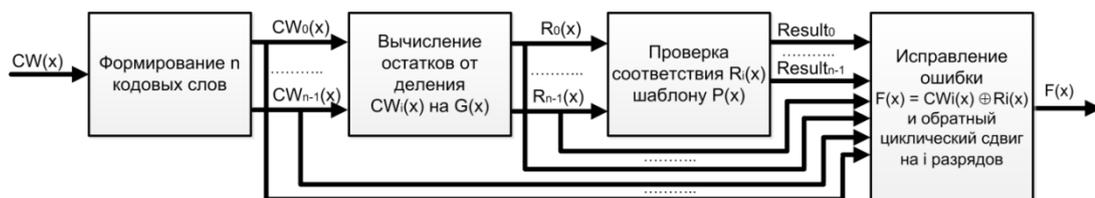


Рис. 3. Структурная схема блока циклического декодирования для пакетных ошибок

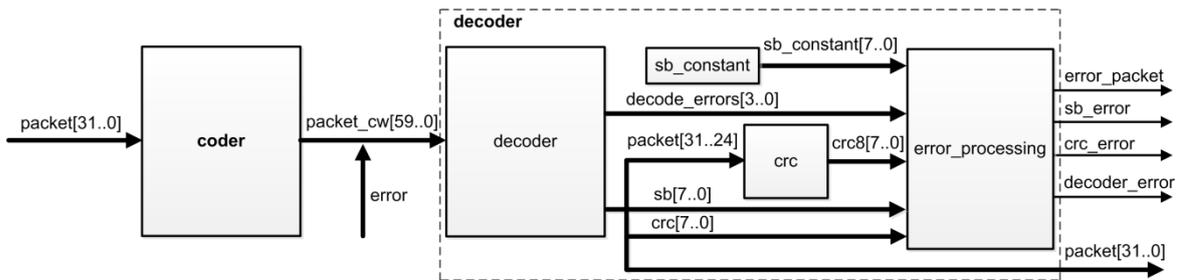


Рис. 4. Структурная схема устройства контроля правильности передачи данных

На рис. 5. представлен функциональный блок декодера 15-ти разрядного кодового слова.

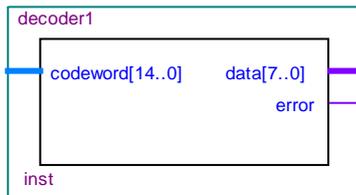


Рис. 5. Функциональный блок декодера

На вход декодера подаётся 15-ти разрядное кодовое слово, на выход – исправленный блок данных длиной 1 байт.

На рис. 4 представлена полная схема устройства контроля правильности передачи данных. Закодированное кодовое слово через канал связи с помехами поступает на декодер. Рассчитанная контрольная сумма для декодированных данных вместе с сигналами ошибок от декодера и старт-байтом поступают на блок обработки и выдачи сигналов ошибок.

Примеры исправления пакетных ошибок

Для проверки работы устройства на вход кодера были поданы следующие данные : старт-байт: 00h, 1-байт: AAh, 2-ой байт: 0Fh. На рис. 6 представлены результаты работы кодера.

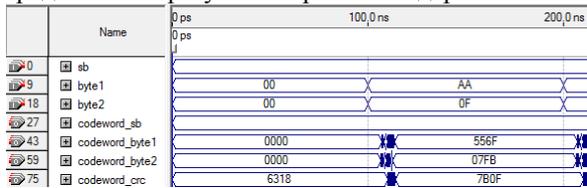


Рис. 6. Тестирование кодера на ПЛИС

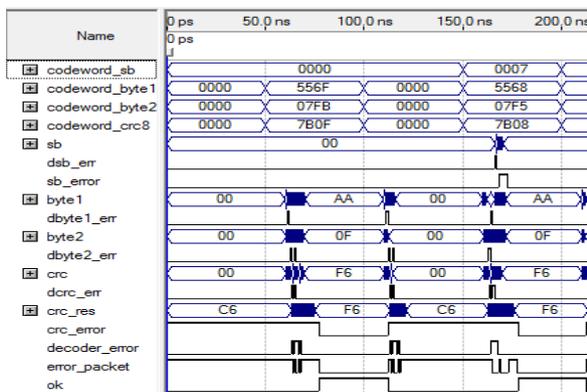


Рис. 7. Тестирование декодера на ПЛИС

На рис. 7 представлены результаты работы декодера. На вход декодера были поданы

кодовые слова без ошибок (старт-байт: 0000h, 1-ый байт: 556Fh, 2-ый байт: 07FBh, CRC: 7B0Fh) и слова с трёхкратной пакетной ошибкой (0007h, 5568h, 07F5h, 7B08h). Как видно из рис.7 трёхкратная ошибка исправляется декодером (старт-байт: 00h, 1-ый байт: AAh, 2-ой байт: 0Fh, CRC: F6h). При этом, декодированная контрольная сумма CRC [4] совпадает с контрольной суммой для декодированных данных.

Заключение

В данной работе описана реализация на ПЛИС устройства контроля правильности передачи данных в системе противаварийной защиты с применением метода параллельного циклического декодирования. Приведены структурные схемы декодера и всего устройства контроля. Описаны функциональные блоки кодера и декодера, разработанные с применением блочно-ориентированного подхода на языке описания аппаратуры Verilog. Приведены примеры работы разработанного устройства, по которым можно убедиться в корректности исправления ошибок.

Список литературы

1. Морелос-Сарагоса Р. Искусство помехоустойчивого кодирования: методы, алгоритмы, применение: учебное пособие: пер. с англ. – М.: Техносфера, 2006. – 320 с.
2. Mytsko E. A., Malchukov A. N. Adaptation of technology MPI and OpenMP to search for the generators polynomials // 9th International Forum on Strategic Technology (IFOST-2014): Proceedings, Chittagong, October 21-23, 2014. - Chittagong: CUET, 2014 - p. 5-8
3. Mytsko E. A., Malchukov A. N. Application of parallel computing technology openmp to search for the generator polynomials // Mechanical Engineering, Automation and Control Systems: Proceedings of International Conference, Tomsk, October 16-18, 2014. - Tomsk: TPU Publishing House, 2014 - p. 1-5
4. Мыцко Е. А. , Мальчуков А. Н. Исследование программных реализаций алгоритмов вычисления CRC совместных с PKZIP, WINRAR, ETHERNET //Известия Томского политехнического университета. – 2013 – Т. 322 – №. 5. – С. 170-175.

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ МАГНИТОМЕТРА НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТА ХОЛЛА

Е.А. Федоров

Томский политехнический университет
eaf9@tpu.ru

Введение

В настоящее время широко применяются различные измерительные приборы. В данной работе пойдет речь об одном из таких устройств – магнитометре, используемом для измерения характеристик магнитного поля и магнитных свойств физических объектов.

Принцип работы

Рассматриваемый в данной работе магнитометр предназначен для обнаружения и измерения индуктивности постоянного магнитного поля в данной точке пространства и определения значения индукции этого магнитного поля [1]. Принцип работы устройства основан на эффекте Холла, который заключается в возникновении поперечной разности потенциалов, пропорциональной магнитной индукции и току, протекающему по проводнику. При помощи двух перпендикулярно друг другу расположенных датчиков можно определить вектор индукции постоянного магнитного поля. Таким образом, полученные показания будут точнее, чем при использовании одного датчика. Кроме того, полученный вектор будет указывать на максимум поля, который, как правило, находится там же где и источник этого магнитного поля [2]. Схема расположения датчиков представлена на рисунке 1.

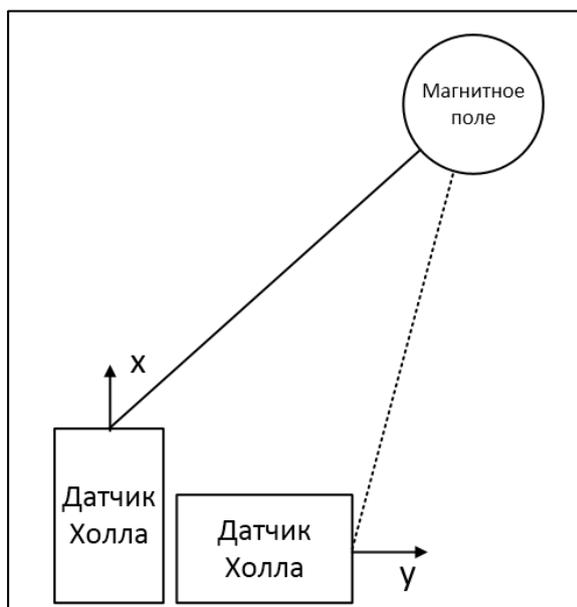


Рис. 1. Схема расположения датчиков Холла

Функциональная схема устройства

Разрабатываемое устройство должно фиксировать индукцию магнитного поля

(необходим датчик и устройство для обработки сигнала) и выводить эту информацию пользователю (необходимо устройство вывода информации). Кроме того, необходимо наглядно продемонстрировать работу опытного образца (посредством двигателя и указательной стрелки).



Рис. 2. Принципиальная схема устройства

Датчик представляет собой чувствительный элемент для измерения характеристик магнитного поля. В зависимости от природы измеряемой величины датчик может фиксировать напряжённости магнитного поля, магнитную индукцию и др.

Устройство обработки сигнала представлено микроконтроллером и включает в себя микропроцессорную систему, выполненную на одном кристалле и включающую в себя микропроцессорное ядро, оперативную и долговременную память, порты ввода/вывода и стандартные интерфейсы. В нашем устройстве микроконтроллер должен обрабатывать сигналы, поступающие с датчиков и, вычисляя направление местоположения источника магнитного поля, выдавать управляющий сигнал на драйвер двигателя [3].

Устройство вывода информации электронное устройство, предназначенное для визуального отображения информации.

Блок источника вторичного питания – это устройство, преобразующее переменное или постоянное напряжение, получаемое от первичных источников питания, в переменные или постоянные напряжения, требуемые для нагрузок. В схеме к блоку питания подключаются датчики, микроконтроллер и драйвер (двигатель питается непосредственно от драйвера).

Блок двигателя представляет собой электродвигатель малой мощности, задачей

которого является вращение указательной стрелки. Для данной задачи необходимо, чтобы ротор двигателя мог неподвижно фиксироваться в заданных положениях и меть малый шаг (не более 10 градусов) между этими положениями.

Стрелка указывает направление местоположения источника магнитного поля.

В результате дальнейшей работы был произведен выбор всех составляющих компонентов магнитометра. Максимальная рассчитанная абсолютная погрешность при этом составила 0,625 Гс.

Программное обеспечение

Согласно разработанному алгоритму, для микроконтроллера была написана управляющая программа, результатом работы которой является вывод значения индукции измеряемого магнитного поля, а также управление шаговым двигателем. Прием сигнала с датчиков был организован при помощи встроенного в микроконтроллер 10-разрядного АЦП и мультиплексора. Обработка данных и переинициализация регистров реализована в прерываниях по АЦП микроконтроллера.

Для управления стрелкой на двигателе был составлен отдельный алгоритм, основывающийся на сравнении предыдущего значения положения ротора двигателя и значения, которое ему необходимо принять при следующей итерации. В зависимости от значения разности между текущим и ожидаемым положением вала двигателя, микроконтроллер работает по одной из пяти ветвей алгоритма, обеспечивающей точное позиционирование стрелки.

Тестирование

Для проверки работоспособности экспериментального образца магнитометра были использованы мощные магниты.

Внешний вид собранного устройства представлен на рисунке 3.

Результаты тестирования оказались успешными. Магнитометр точно фиксирует значение магнитной индукции и указывает местоположение максимума поля. Однако, из-за того, что используемые датчики имеют значительную погрешность при отклонении датчика от перпендикулярного положения относительно источника магнитного поля, показания магнитометра не соответствуют рассчитанной погрешности. По этой же причине положение указательной стрелки колеблется вблизи углов, равных 45, 135, 225, 315 градусам.

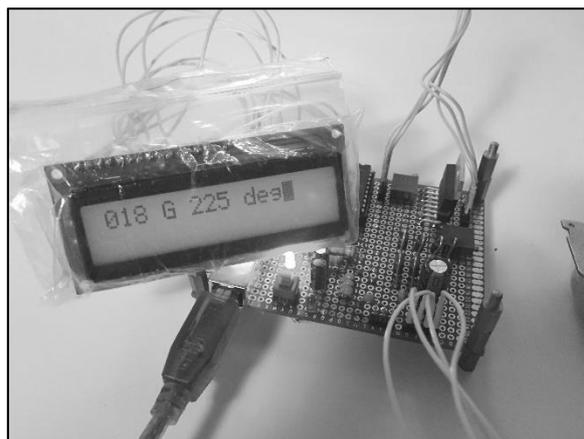


Рис. 3. Внешний вид опытного образца

Заключение

В результате проделанной работы было разработано и протестировано устройство для измерения индукции постоянного магнитного поля на основе эффекта Холла. Для функционирования устройства разработан алгоритм работы микроконтроллера ATmega8 и программный код: алгоритм считывания сигналов, поступающих с двух датчиков Холла, их обработка, вывод на дисплей значения индуктивности постоянного магнитного поля в существующих единицах измерения, алгоритм управления шаговым двигателем.

Для улучшения точностных характеристик устройства рекомендуется использовать датчики Холла, обладающие высокими точностными характеристиками. Одним из основных параметров при этом следует учитывать диапазон чувствительности – в идеальном случае чувствительность не должна падать при отклонении в 90 градусов.

Список использованных источников

1. Всё о металлоискателях и металлодетекторах [Электронный ресурс] URL: <http://izmers.ru/met/sche1-1.html>
2. Афанасьев Ю. Магнитометрические преобразователи, приборы, установки / Ю. В. Афанасьев, Н. В. Студенцов, А. П. Щелкин, Ленинградское отделение издательства «Энергия», 1972. – 272 с.
3. Микроконтроллеры [электронный ресурс] URL: <http://mcucpu.ru/index.php/ucontrollers/mcu/74-mcu>
4. Классификация современных контроллеров [электронный ресурс] URL: <http://www.abercade.ru/research/analysis/878.html>
5. Магнитометр [электронный ресурс] URL: http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/1592/%D0%9C%D0%90%D0%93%D0%9D%D0%98%D0%A2%D0%9E%D0%9C%D0%95%D0%A2%D0%A0

ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВА ИТЕРАЦИЙ МИГРАЦИИ ПИКСЕЛЕЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ АЛГОРИТМА СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЯ КМСС

Костин К.А., Аксёнов С.В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

kak@tpu.ru

В настоящее время направления интеллектуального анализа данных и машинного обучения набирают все большую популярность в мире, а также завоевывают все новые области применения. Одним из вариантов применения данных технологий является семантический анализ контента изображений и видео, который позволяет структурировать медиа информацию, а также эффективно индексировать её, что позволит ускорить как работу человека по поиску информации, так и автоматизированных процессов обслуживания.

Первые прототипы текстурного классификатора, связанные с исследованием методов распознавания содержания изображений и видео, освещены в [1-3]. Первая рабочая конфигурация классификатора, освещена в [4]. Описание работы над классификатором и повышением его эффективности представлено в [5].

На текущий момент эффективность классификации достигает величины от 75 до 90 %. Однако, в настоящем прототипе корректно распознаются только отдельные точки изображения, а не замкнутые участки, что различается с целостным зрительным восприятием человека окружающих объектов. В связи с этим, для реализации этой особенности в данном проекте используется предварительная сегментация изображения.

Согласно основным требованиям к алгоритму сегментации, где целостности сегментов результирующего изображения отведена основная роль, был выбран алгоритм *КМСС (K-Means-with Connectivity-Constraint)*, подробно описанный в [6].

Реализация алгоритма *КМСС* в данной работе заключается в следующем. Каждый пиксель характеризуется несколькими векторами характеристик:

- Характеристики интенсивности цвета пикселя для каждого цветового канала в пространстве L^*a^*b : $I(p) = [I_L(p), I_a(p), I_b(p)]$;

- Вектор текстурных характеристик пикселя, полученных с помощью фильтрации Лавса: $\bar{T}(p)$;

- Вектор координат пространственного положения пикселя: $p = [p_x, p_y]$.

Все пространство изображения изначально делится на квадратные сегменты заданной размерности f . Полученные таким образом сегменты имеют собственные характеристики:

- Вектор средней интенсивности пикселей региона: \bar{I}_k ;

- Вектор среднего значения текстурных характеристик региона: \bar{T}_k ;

- Вектор координат центра региона: \bar{S}_k ;

- Площадь региона A_k .

Перед началом непосредственно процесса сегментирования производится подготовка изображения с помощью проведения условной фильтрации векторов интенсивности пикселей по формуле (1).

$$J(p) = \begin{cases} I(p), & \text{if } \|T(p)\| < T_{th} \\ \frac{1}{f^2} \sum_{m=1}^{f^2} I(p_m), & \text{if } \|T(p)\| \geq T_{th} \end{cases}, \quad (1)$$

где $T_{th} = \max\{0.65T_{max}, 14\}$, T_{max} – максимальное значение нормы вектора текстурных характеристик изображения $\|T_{th}\|$.

Сам алгоритм сегментации делится на 2 стадии:

1. Оценка близости пикселя к регионам изображения по формуле (2).

$$D(p, S_k) = \|J(p) - \bar{J}_k\| + \|T(p) - \bar{T}_k\| + \lambda \frac{\bar{A}}{A_k} \|p - \bar{S}_k\|, \quad (2)$$

где $\|J(p) - \bar{J}_k\|$, $\|T(p) - \bar{T}_k\|$ и $\|p - \bar{S}_k\|$ – Евклидово расстояние между пикселем и регионом по характеристикам интенсивности, полученным в результате условной фильтрации, текстурным характеристикам и характеристикам пространственного положения соответственно; A_k – площадь региона, \bar{A} – средняя площадь всех регионов изображения, λ – регулирующий параметр. Регионы, размер которых становится меньше порогового $th_{size} = 0,75\%$ удаляются. На данной стадии происходит миграция пикселей между регионами и каждый пиксель на каждой итерации данного шага присоединяется к региону, который наиболее близок к нему на основании наименьшего значения $D(p, S_k)$.

2. Производится анализ близости областей, полученных на первой стадии алгоритма, по формуле (2). Близкие области объединяются. Таким образом происходит получение кластеров областей, принадлежащих к одним объектам изображения, основываясь на нескольких характеристиках изображения. Объединение областей происходит до тех пор, пока количество областей не достигнет заданного значения.

Эффективность сегментации алгоритма зависит от количества итераций миграции пикселей на первой стадии и задаваемого количества требуемых регионов для второй стадии алгоритма. В данной

работе исследуется влияние количества итераций на первой стадии алгоритма.

Для оценки результатов проведения эксперимента используется величина коэффициента разброса пикселей относительно региона изображения, рассчитываемая по формуле (3).

$$D = \frac{\sum_{i,j=0}^{n,m} \min(d_{ij})}{N}, \quad (3)$$

где d_{ij} – расстояние между i -м и j -м пикселем региона размерностью $n \times m$; N – заданное количество регионов. Чем меньше значение D , тем более близким к человеческому восприятию сегментов является результирующее сегментированное изображение.

Тестирование проводилось на 4-х изображениях одинакового размера (рис. 8). Для каждого из них были проведены тесты при различных значениях количества итераций миграции пикселей. Показателем качества сегментации выступал коэффициент разброса. Результаты тестирования приведены на рис. 9.

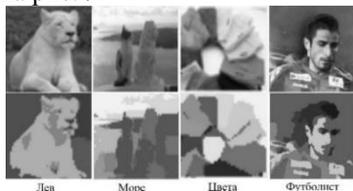


Рис. 8. Изображения для тестирования алгоритма сегментации



Рис. 9. График изменения коэффициента разброса пикселей регионов

Как видно из полученных результатов, наилучшие параметры результирующего изображения достигаются при использовании одной, двух, либо семи итераций миграции пикселей, т.к. разброс пикселей, отнесенных к одному сегменту изображения в данных случаях наименьший для проведенного эксперимента. Наиболее предпочтительным вариантом в данной ситуации выступает выбор в пользу двух итераций, т.к. он показывает наилучшие результаты из всех предложенных и требует меньших вычислительных затрат, чем использование семи итераций.

Результаты проведенного исследования будут использованы для оптимизации алгоритма КМСС и его дальнейшего использования в целях увеличения эффективности семантической классификации контента изображений и видео файлов.

Исследование проведено при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ №14-07-31090 МОЛ_А. Работа выполнена в рамках программы по повышению конкурентоспособности ТПУ, проект ВИУ ИК 118.

Список литературы:

1. Аксёнов С.В., Костин К.А. Анализ влияния изменения освещенности на фильтрацию изображений с помощью фильтров Лавса. Молодёжь и современные информационные технологии: сборник трудов XI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Томск, 12-14 ноября 2014 г. Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2014 – С. 90-91.
2. Аксёнов С.В., Лайком Д.Н., Костин К.А. Information Technologies and Systems 2014 (ITS 2014): Proceedings of the International Conference. Издательство Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, 2014 – С.78-81.
3. Аксёнов С.В., Костин К.А., Герасимова Н.И. Использование фильтров Лавса для классификации текстур на GPU. Высокпроизводительные параллельные вычисления на кластерных системах, материалы XIV Международной конференции 10–12 ноября 2014 г, Издательство Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2014 – С.14-20.
4. Sergey Axyonov, Kirill Kostin, Dmitry Lykom. A Texture Fuzzy Classifier Based on the Training Set Clustering by a Self-Organizing Neural Network. Analysis of Images, Social Networks and Texts. Fourth International Conference, AIST 2015, Yekaterinburg, Russia, April 9-11, 2015.
5. Костин К.А., Аксёнов С.В. Исследование влияния освещенности на классификацию текстур на основе распределения текстурных характеристик // Научная сессия ТУСУР – 2015: Материалы всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых 13-15 мая 2015 г (В пяти частях) – часть 4, С. 27-30.
6. Noel O'Connor1, Sorin Sav, Tomasz Adamek, Vasileios Mezaris, Ioannis Kompatsiaris, Tsz Ying Lui, Ebroul Izquierdo, Christian Ferran Bennström, Josep R Casas. Region and Object Segmentation Algorithms in the Qimera Segmentation Platform. 2010.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ РИСКОВ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Д.А. Завьялов

Научный руководитель: А.А. Захарова
Томский политехнический университет, zda@tpu.ru

Создание полноценных моделей месторождений развивается с 80-х годов прошлого века, поэтому в наше время трехмерное компьютерное моделирование месторождений применяется повсеместно, хотя до сих пор государственной комиссией принимаются двухмерные подсчеты запасов, выполненные без применения средств моделирования. Несмотря на достаточно высокий уровень развития, технология моделирования разработки месторождений требует участия экспертов в принятии решений, выборе средств интенсификации и пр. Выбор оптимальной стратегии разработки строится на опыте и квалификации разработчика, поэтому необходима методика комплексной оценки факторов и рисков, позволяющая выработать оптимальную стратегию разработки месторождения. Такая методика опробована на одном из нефтяных месторождений Томской области.

Суть методики заключается в оценке состояния разработки, возможных рисков и перспектив, выработке решений. Методика призвана повысить эффективность проектных решений для эксплуатации нефтегазовых месторождений.

Особенность предложенной методики заключается в комплексном анализе разного рода рисков: финансовых, природных, экологических, технических, геологических, технологических, экономических, политических; тогда как в большинстве работ речь идет об анализе лишь экономических рисков. Методика позволяет обрабатывать разнопараметрические данные и получать на выходе управляющее воздействие для изменения стратегии разработки месторождения.

На рассматриваемом месторождении выделено 4 пласта (Б₆, Б₉, Б₁₀, Ю₁¹⁻²) и 10 залежей нефти (рис. 1). Месторождение малоизучено, а его разработка осложняется многочисленными разломами и блоковой структурой пластов. Кроме того, трудности разработки обусловлены низкими ценами на углеводороды и новыми экономическими реалиями.

Утвержденные запасы месторождения составляют порядка 30 млн. т нефти, при этом структура распределения запасов по пластам следующая: Б₆ – 0,8%, Б₉ – 1,9%, Б₁₀ – 47,4%, Ю₁¹⁻² – 49,9%.

Очевидно, что в плане разработки и получения прибыли основной интерес представляют пласты Б₁₀ и Ю₁¹⁻², однако разрабатывать недропользователь обязан все пласты. В данном случае бурение скважин на пласты Б₆, Б₉ экономически нецелесообразно, и принято

решение производить их разработку возвратными скважинами с нижележащих пластов Б₁₀ и Ю₁¹⁻².

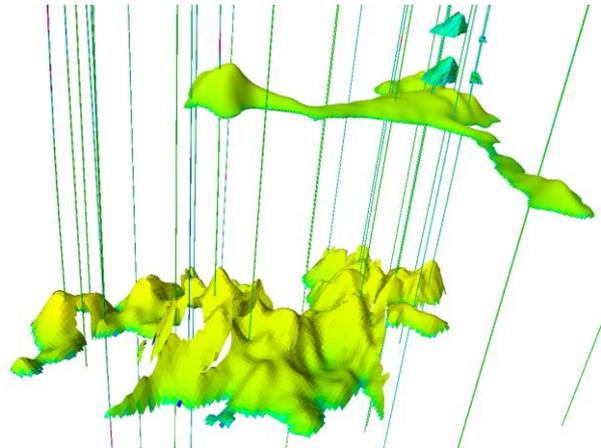


Рис. 1. Геологическая модель месторождения

Процесс моделирования разработки месторождения сводится к выполнению нескольких этапов:

- создание гидродинамической модели на основе геологической;
- анализ истории разработки месторождения и адаптация гидродинамической модели на историю разработки;
- прогноз разработки;
- экономический анализ прогноза разработки;
- выбор оптимальной стратегии разработки.

Результатом выполнения первого этапа являются гидродинамические модели пластов месторождения, параметры которых после инициализации симулятором соответствуют утвержденным и геологическим моделям с допустимой погрешностью в 5%.

Анализ истории разработки месторождения показал невыполнение показателей, утвержденных действующим проектом. Методы, использованные на ряде скважин для увеличения нефтеотдачи, оказались неэффективными и губительными – обводненность продукции возросла до 80-100%. Это может свидетельствовать о неверном представлении о геологическом строении месторождения и необходимости его пересмотра, однако в рамках данного проекта необходимо использовать существующие модели, утвержденные госкомиссией.

Отрицательный опыт разработки данного месторождения накладывает соответствующие ограничения на выбор стратегии дальнейшей его эксплуатации. Для составления прогноза

анализировалось по 4 варианта разработки для каждого из пластов. Варианты отличаются плотностью размещения проектных скважин. Оптимальный вариант разработки месторождения выбирался по совокупности технологических и экономических показателей, а также с учетом возможных рисков, имеющих в данном случае наибольший вес [1, 2].

Самыми весомыми среди рисков разработки рассматриваемого месторождения являются:

- экономические риски;
- технологические – риски, связанные с крайне негативным опытом бурения скважин и проведения геолого-технологических мероприятий;
- геологические – риски, обусловленные высокой вероятностью неверного представления о геологическом строении залежей месторождения.

Для снижения экономических рисков разработки рекомендуемые варианты расположения скважин были оптимизированы путем замены части наклонно-направленных скважин горизонтальными. Кроме того, чтобы сгладить финансовую нагрузку на недропользователя, бурение скважин в первую очередь планируется в районах с максимальной плотностью запасов нефти. Для этого также предлагается осуществлять ввод пластов в разработку последовательно.

Помимо этого предполагается максимальное вовлечение в работу существующих скважин, а разработка пластов Б₆, Б₉ – возвратными скважинами. Данные меры позволяют уменьшить затраты на бурение скважин, которые составляют большую часть капитальных вложений в разработку месторождения.

Снижение максимальных прогнозных уровней добычи нефти, а соответственно и попутного газа, позволяет в перспективе обойтись существующей инфраструктурой для утилизации обязательных 95% газа, тем самым снизив вложения.

Для уменьшения технологических рисков разработки решено использовать горизонтальное бурение, а также соляно-кислотную обработку призабойной зоны пласта. Данные меры помогут исключить приобщение водоносного горизонта и преждевременное обводнение скважин, что наблюдается в течение всей истории разработки.

Для снижения геологических рисков предполагается бурение разведочных скважин и уточнение характеристик и строения пластов.

Оптимальный вариант разработки для месторождения в целом представляет собой совокупность таковых по пластам в отдельности (рис. 2).

Таким образом, предложенная методика позволила выработать стратегию разработки месторождения, а также комплекс мер по снижению рисков, получить оптимальную схему

расположения и график ввода проектных скважин. Выполнение данного проекта позволит недропользователю достичь утвержденного коэффициента извлечения нефти, получить доход порядка 900 млн. руб. и обеспечит государству доход более 30 млрд. руб.

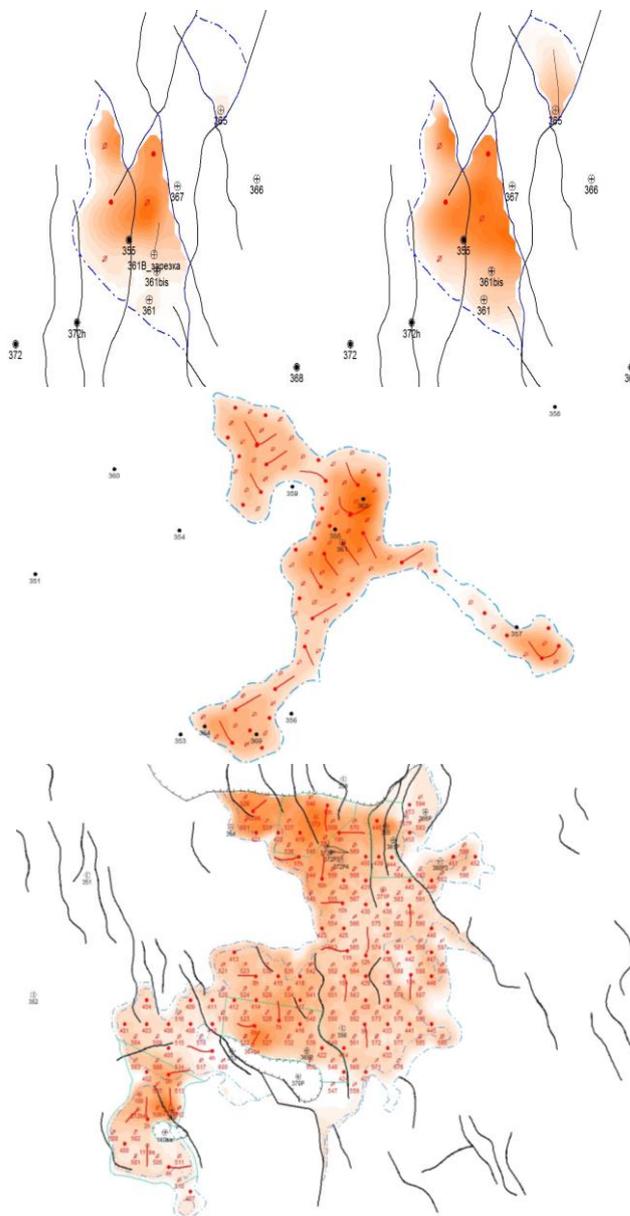


Рис. 2. Оптимальные схемы расположения скважин по пластам

Литература

1. Кожухова О.С. Исследование рисков, влияющих на деятельность российских нефтегазовых компаний // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. – 2011 - №12
2. Тасмуханова А.Е. Системно-методический подход к оценке рисков при планировании деятельности нефтегазодобывающих предприятий (на примере республики Казахстан) // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2006. №2

МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ СИСТЕМЫ

Ю.С. Ризен

Научный руководитель: А.А.Захарова
Томский политехнический университет, E-mail: yulja_vit@tpu.ru

В современном мире в различных сферах деятельности человека (будь то образование, наука или производство) ежедневно решается большое количество многофакторных задач, при решении которых значение одного показателя (или группы показателей) может определяться поведением не одного, а сразу нескольких факторов. Безусловно, каждая сфера деятельности страны обладает своей спецификой, проблемами и перспективами развития. Но существует одна общая проблема при оценке деятельности объектов: учет исключительно количественных показателей. Если анализировать эту проблему более детальным образом, то методы оценки сводятся к методам экономического анализа (рис.1).

сформулировать как несколько этапов анализа и обработки показателей (см. рис.2).

В [4] рассматривались возможности и перспективы взаимодействия различных областей деятельности человека, а именно: наука, образование и производство. Наиболее характерной сферой, которая позволяет объединить все эти составляющие в единое целое и выстроить эффективные взаимосвязи, является университет. В [1,2,3] описана математическая модель образовательного процесса в контексте оценки качества деятельности ВУЗа, которая с помощью функционального анализа позволяет оценить показатели потенциала и результативности деятельности ВУЗа.

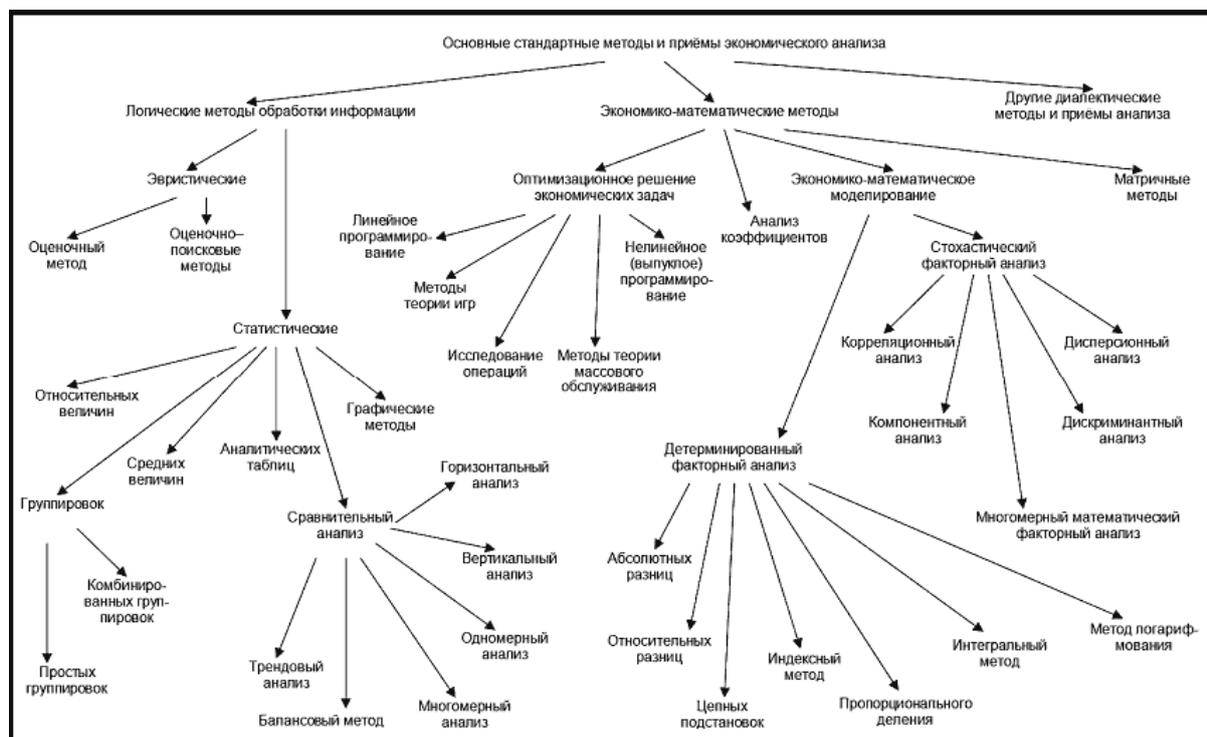


Рис.1. Классификация методов и приемов экономического анализа

Это не совсем правильно, поскольку несмотря на огромное количество инструментов в этой области, вся группа методов не позволяет оценить потенциал предприятия; в случае оценки результата деятельности компании возникает вопрос о корректности оценки качественных показателей, - в связи с чем итоговая общая оценка деятельности компании получается искаженной, что однозначно негативно влияет на принимаемые управленческие решения и формирование стратегий дальнейшего развития объекта. В результате всё вышесказанное можно

Кроме того, в «Основных направлениях социально-экономической политики Правительства Российской Федерации на долгосрочную перспективу» говорится о возрастающей роли образования в развитии экономики, ставятся серьезные задачи по модернизации и обновлению профессионального образования, повышению его качества и соответствия структуре потребностей рынка труда. Решение приоритетных задач социально-экономического развития страны невозможно без опоры на образование общества.



Рис.2. Этапы анализа и обработки показателей

Через систему образования должна быть сформирована кадровая инфраструктура, адекватная современным технологиям, используемым в основных отраслях промышленности и сфере услуг, обеспечено воспроизводство и развитие инновационного потенциала экономики.

Радикальные преобразования в экономике России объективно влекут за собой необходимость развития методологии и инструментария планирования и управления технико-экономическими системами и крупномасштабными научно-техническими программами и проектами в новых условиях хозяйствования. Приоритетное развитие современных наукоемких отраслей, являющихся базой экономического роста, выдвигает жесткие требования к качеству долгосрочных прогнозов и управленческих решений, последствия которых могут иметь стратегическое значение как для отдельных предприятий, так и для экономики страны в целом [5].

Список литературы

1. Ризен Ю.С., Захарова А.А., Минин М.Г. Математическое моделирование образовательного процесса в контексте оценки качества деятельности ВУЗа // Информационное общество, вып.3, 2014г.

2. Ризен Ю.С., Захарова А.А. Функционалы оценки показателей потенциала вуза // Наука, техника и образование. - 2014 - №. 5. - С. 77-83

3. Ризен Ю.С., Захарова А.А. Функционалы оценки показателей результативности вуза // Проблемы современной науки и образования. - 2014 - №. 11 (29). - С. 5-12.

4. Ризен Ю.С., Захарова А. А., Минин М. Г. Модель эффективного образования - взаимодействие, возможности и перспективы [Электронный ресурс]. Уровневая подготовка специалистов: государственные и международные стандарты инженерного образования. — Томск : Изд-во ТПУ, 2013. — С. 64-66.

5. Сборник организационно-методических материалов по технологическому направлению «Технологии подготовки кадров для развития национальной технологической базы» федеральной целевой программы «Национальная технологическая база». - М.: Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. - 152 с.

6. Алгоритмы анализа данных [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.basegroup.ru/library/analysis/> - дата доступа

Национальный исследовательский
Томский политехнический университет

Молодёжь и современные информационные технологии

Сборник трудов
XIII Международной научно-практической конференции студентов,
аспирантов и молодых учёных

Издательство Томского политехнического университета, 2016

На русском и английском языках



Tomsk Polytechnic University
Quality management system
of Tomsk Polytechnic University was certified by
NATIONAL QUALITY ASSURANCE on BS EN ISO 9001:2008



ИЗДАТЕЛЬСТВО  ТПУ. 30, Lenina Ave, Tomsk, 634050, Russia
Tel/fax: +7 (3822) 56-35-35, www.tpu.ru