

РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

НИТ - 2012

XVII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ, МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ
И СПЕЦИАЛИСТОВ

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ



РЯЗАНЬ 2012

РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

НИТ-2012

**XVII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ,
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ**

Материалы конференции



Рязань 2012

УДК 004

Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XVII Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязанский государственный радиотехнический университет. 2012. 276 с.

Сборник включает материалы XVII Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов «Новые информационные технологии в научных исследованиях». Освещаются вопросы математического моделирования, численных методов, новых информационных технологий в образовании, экономике, радиоэлектронике, телекоммуникационных вычислительных сетях, САПР, геоинформационных технологиях.

Авторская позиция и стилистические особенности публикаций полностью сохранены.

Оргкомитет:

Председатель – **Корячко В.П.**, заведующий кафедрой САПР ВС РГРТУ, д.т.н., профессор.

Зам председателя – **Чернышёв С.В.**, проректор по режиму и безопасности РГРТУ, к.т.н., доцент.

Ученый секретарь – **Бакулева М.А.**, к.т.н., доцент.

Члены оргкомитета:

Кириллов С.Н. – проректор по научной работе РГРТУ, д.т.н., профессор;

Еремеев В.В. – директор НИИ «Фотон», д.т.н., профессор;

Костров Б.В. – зам. заведующего кафедрой ЭВМ РГРТУ, к.т.н., профессор;

Лобан О.В. – зам. министра промышленности и наукоемких технологий Рязанской области, к.т.н.;

Митрошин А.А. – начальник управления телекоммуникаций и информационных ресурсов РГРТУ, к.т.н., доцент;

Мусолин А.К. – заведующий кафедрой АИТП, д.т.н., профессор;

Пржегорлинский В.Н. – заведующий кафедрой «Информационная безопасность» РГРТУ, к.т.н., доцент;

Пылькин А.Н. – декан факультета вычислительной техники РГРТУ, д.т.н., профессор;

Терёхин М.Т. – профессор РГУ им. С.А. Есенина, д.ф.-м.н., профессор.

ISBN 978-5-7722-0274-6

© Рязанский государственный радиотехнический университет

ФЕДЕРАЛЬНАЯ УНИВЕРСИТЕТСКАЯ СЕТЬ RUNNET СОСТОЯНИЕ И АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ

Ю.В.Гугель, Ю.Л.Ижванов

Федеральное государственное автономное учреждение «Государственный научно-исследовательский институт информаци- онных технологий и телекоммуникаций «Информика»

Обеспечение эффективного и качественного доступа к современным информационным образовательным и научным ресурсам, современные формы дистанционного обучения, управления сферой образования и науки, передача больших объемов данных, получаемых в результате научных экспериментов, распределенная обработка научной информации, коллективный доступ к уникальному оборудованию и экспериментальным стендам, работа распределенных научных лабораторий, обмен опытом и результатами научных исследований, требуют расширения масштабов сетевого взаимодействия учреждений высшего профессионального образования, научных центров и учреждений, что подразумевает создание и поддержку бесперебойного функционирования соответствующей сетевой инфраструктуры, роль которой в современных условиях выполняют научно-образовательные компьютерные сети. Обеспечение доступа к сети Интернет также является одним из видов сервиса, предоставляемого научно-образовательными сетями высшим учебным заведениям.

Текущий период развития международных научно-образовательных сетей характеризуется активным формированием межнациональных сетей и проектов. К ним в первую очередь можно отнести следующие:

- *GEANT* (страны Европы, Турция, Израиль) <http://www.geant.net>;
- *NORDUnet* (Дания, Исландия, Норвегия, Финляндия, Швеция) <http://www.nordu.net>;
- *GLORIAD* (Россия, США, Китай, Корея, Канада, Нидерланды, Индия, Египет, Сингапур и страны *NORDUnet*) <http://www.gloriad.org>;
- *EUMEDCONNECT* (Алжир, Египет, Израиль, Иордания, Кипр, Ливан, Мальта, Марокко, Палестинская автономия, Сирия, Тунис, Турция) <http://www.eumedconnect.net>;
- *CAREN* (Казахстан, Киргизия, Таджикистан, Туркмения, Узбекистан) <http://caren.dante.net>;
- *RedCLARA* (Аргентина, Бразилия, Венесуэла, Гватемала, Гондурас, Коста Рика, Куба, Мексика, Панама, Парагвай, Перу, Уругвай, Чили, Эквадор, Эль-Сальвадор) <http://www.redclara.net>;
- *AMPATH* (Аргентина, Бразилия, Венесуэла, Колумбия, Мексика, Перу, Пуэрто-Рико, США, Чили) <http://www.ampath.net>;
- *TEIN3* (Китай, Индия, Индонезия, Япония, Южная Корея, Лаос, Малайзия, Непал, Пакистан, Филиппины, Сингапур, Шри-Ланка, Тайвань, Вьетнам, Австралия, Бангладеш, Бутан, Камбоджа, Гонконг) <http://www.tein3.net>;
- *APAN* (Австралия, Китай, Япония, Тайланд, Южная Корея, Тайвань, Филиппины, Гонконг, Шри-Ланка, Вьетнам, Новая Зеландия, Сингапур, Непал, Малайзия, Пакистан, Индия) <http://www.apan.net>;

- TransPAC <http://www.transpac.org> (страны APAN и США).
- UbuntuNet (Конго, Эфиопия, Кения, Малави, Мозамбик, Руанда, Сомали, Судан, ЮАР, Танзания, Уганда, Замбия) <http://www.ubuntunet.net>;
- GLIF (Global Lambda Integrated Facility) <http://www.glif.is> и другие.

В России такой интегрированной сетевой научно-образовательной инфраструктурой является национальная исследовательская компьютерная сеть, основу которой составляет федеральная университетская сеть RUNNet (Russian University Network).

Узлы сети национальной исследовательской компьютерной сети на данный момент имеются в 63 регионах России. Общее количество пользователей сети составляет более 2 000 000 человек.

На следующем рисунке представлена магистральная инфраструктура национальной компьютерной исследовательской сети.



В состав этой структуры входят федеральные узлы сети в Москве, Санкт-Петербурге, Самаре, Новосибирске, Хабаровске, Екатеринбурге, Нижнем Новгороде, Ростове-на-Дону, Владивостоке и региональные узлы в крупных университетах и научных центрах. Для обеспечения внутрироссийской магистральной связности в настоящее время используются цифровые каналы связи, построенные на базе магистральных оптических линий операторов связи ОАО «Ростелеком», ЗАО «Компания ТрансТелеКом», ОАО Мегафон, ЗАО Синтерра, ОАО Вымпелком и других.

В качестве базовых точек опорных узлов сети выбраны крупные академические и университетские центры, более всего нуждающиеся в обеспе-

чении качественной связности друг с другом, европейскими научно-образовательными сетями и научно-образовательными сетями США. Пользователями сети являются более 300 крупных университетов, научных организаций и научных центров РАН, в том числе МГУ им. М.В. Ломоносова, МФТИ, МИФИ, МВТУ им. Н.Э. Баумана, СПбГУ, СПбГПУ, Южный, Уральский, Дальневосточный федеральные университеты, Сибирский, Уральский, Казанский, Самарский, Дальневосточный научные центры РАН, центры РАН в Черноголовке, Троицке, Протвино, РНЦ «Курчатовский институт», Объединенный институт ядерных исследований и многие другие.

По уровню связности с другими сетями сеть RUNNet входит в top-100 (<http://as-rank.caida.org/>) ведущих телекоммуникационных сетей мира (98-е место по состоянию на 01.06.2012).



Связность национальной исследовательской компьютерной сети с мировым информационным телекоммуникационным пространством образования и науки обеспечивается каналами Москва – (10Гб/с) - Копенгаген, Москва – (10Гб/с) - Франкфурт, Москва – (10Гб/с) - Санкт-Петербург – (10Гб/с) - Стокгольм – (10Гб/с) - Амстердам и Москва - (10Гб/с) - Санкт-Петербург – (40Гб/с) - Хельсинки – (10Гб/с) - Стокгольм. Участок Санкт-Петербург – Хельсинки построен ФГУ ГНИИ ИТТ «Информика» с использованием технологии плотного спектрального мультиплексирования (DWDM) и позволяет без существенных затрат довести пропускную способность канала до терабитовых величин. Узлы RUNNet в Стокгольме и Амстердаме обеспечивают доступ всех научно-образовательных сетей России в международные межнациональные научно-образовательные компьютерные сети (GEANT, NORDUnet, NLR, Internet 2, GLIF и др.). Кроме того, указанные международные каналы обеспечивают непосредственную высокоскоростную связность национальной компьютерной исследовательской сети с сетями Tier1 IP операторов (Level3, Global Crossing, Tata Communications, Cable&Wireless, Cogent Communications и др.).

На следующих рисунках изображены международные каналы национальной исследовательской сети в рамках проектов GLIF/GLORIAD.

— Ut Fibre
 — 10 Gbps
 — 2.5 Gbps
 — 1 Gbps
 — 155 Mbps

"Ut Fibre" links provide multiple wavelengths currently at 10 Gbps.

connect • communicate • collaborate

Для научно-образовательной сети чрезвычайно-важной является возможность эффективного обмена трафиком с компьютерными IP сетями общего пользования. Сеть RUNNet подключена к международным (AMS-IX 10Гб/с) и Российским (MSK-IX 10Гб/с, SPB-IX 10Гб/с, NSK-IX 100Мб/с) системам обмена трафиком, имеет пиринг с сетями Ростелекома, РТКома, Мегафона, Синтерры, Голдентелекома (Вымпелкома) и других крупных российских операторов,

Инфраструктура национальной исследовательской сети используется для телекоммуникационной поддержки большого числа проектов в области науки и образования, как сфере информационных технологий так и практически во всех других научных областях. К наиболее масштабным международным проектам в области информационных технологий и телекоммуникаций можно отнести проекты развития общеевропейской научно-образовательной сети GEANT, научно-образовательной сети стран Северной Европы NORDUnet, создание европейской грид - инфраструктуры EGI (European Grid Infrastructure) для предоставления устойчивых и безопасных вычислительных сервисов европейским исследователям и их международным партнерам, проект трансконтинентальной инфраструктуры для высокопроизводительных вычислений GLORIAD (Россия, США, Китай, Корея, Нидерланды, сеть NORDUnet и др.), ORIENT-PLUS - проект обеспечения высокоскоростной связности научно-образовательных сетей Европы и Китая, Baltic Ring (обеспечение высокоскоростной связности научно-образовательных сетей государств Балтийского региона), Ideal-ist (International ICT partner search network), ISTOK-SOYUZ (Information Society Technologies to Open Knowledge for Eastern Europe and Central Asia), PICTURE (Policy dialogue in ICT to an Upper level for Reinforced EU-EECA Cooperation), EVO (Enabling Virtual Organizations), FIRE (Future Internet Research and Experimentation), участие в консорциуме лямбда сетей GLIF (Global Lambda Integrated Facility), консорциуме TERENA (Trans-European Research and Education Networking Association), консорциуме CEENet (Central and Eastern European Networking Association) и другие.

Потребности российских университетов и научных организаций в информационном взаимодействии в рамках международных проектов и программ можно оценить как весьма высокие. Так величина текущего трафика по обработке результатов эксперимента в рамках только одного международного проекта БАК (Большой Адронный Коллайдер) достигает 4-5Гб/с, а получение отдельной научной организацией статуса центра обработки верхнего уровня (Tier1) – требует пропускной способности до ЦЕРН не ниже 10Гб/с.

Национальная исследовательская компьютерная сеть обеспечивает доступ к высокопроизводительным вычислительным ресурсам университетов и научных организаций России, входящих в перечень top50 рейтинга суперкомпьютеров СНГ в том числе МГУ им. М.В. Ломоносова (510,0тфлопс, 60тфлопс, 27,8тфлопс, 26,8тфлопс), МСЦ РАН (123,9тфлопс, 9,2тфлопс), РНЦ «Курчатовский институт» (123,6тфлопс, 34,3тфлопс), Южно-Уральского ГУ (118,6тфлос, 16тфлопс), ИПМ им. М.В. Келдыша (107,9тфлопс), Томского ГУ (30,8тфлопс), Уфимского ГАТУ (19,9тфлопс) ИМиМ УРО РАН (19,5тфлопс), Таганрогского ТИ ЮФУ (18,8тфлопс), Нижегородского ГУ им. Н.И. Лобачевского (17,6тфлопс), Казанского НЦ РАН

(15,4тфлопс), Новосибирского ГУ (14тфлопс), СГАУ (10,0тфлопс), Пермского ГУ (9тфлопс) МФТИ (6,5тфлопс), Владимирского ГУ (4,8тфлопс), СПбГУ (3,0тфлопс), МВТУ им. Н.Э. Баумана (3,0тфлопс) и др.

В рамках национальной исследовательской компьютерной сети обеспечивается удаленный доступ пользователей к уникальным научным установкам и стендам, например системе удаленного доступа к приборам электронно-зондового анализа, системе роботизированной кристаллизации белков, рабочим станциям синхротронного излучения (проекты РНЦ «Курчатовский институт»), лабораторным практикумам вузов по различным дисциплинам (МЭИ, МИРЭА, Рязанский ГРУ, Кубанский ГУ, Южный Федеральный университет и др.).

Национальная исследовательская компьютерная сеть является по своей природе распределенным хранилищем информационных научных и образовательных ресурсов. В ней размещены в частности Интернет-сайты и порталы организаций – пользователей сети, а также информационные ресурсы федерального уровня, такие как

- Федеральный портал Российское образование (<http://www.edu.ru>);
- Единое окно доступа к образовательным ресурсам (<http://window.edu.ru>);
- Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов для общего образования (<http://school-collection.edu.ru>);
- Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru>);
- Портал «Информационно-коммуникационные технологии в образовании» (<http://www.ict.edu.ru/>);
- Федеральный портал по научной и инновационной деятельности (www.sci-innov.ru);
- База данных государственного учета результатов научно-исследовательских опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения (<http://intelpro.extech.ru>);
- Мультиязычный портал Российское образование для иностранных граждан (<http://www.russia.edu.ru/>);
- Федеральный интернет-портал «Нанотехнологии и наноматериалы» (<http://www.portalnano.ru>);
- Портал ГридННС (<http://www.ngrid.ru/>) и множество других.

Поскольку большое число информационных ресурсов в рамках национальной исследовательской компьютерной сети являются ресурсами мультимедиа характера, а ряд вузов реализует проекты учебного Интернет-телевидения и видеовещания (Новгородский ГУ <http://www.novsu.ru/video/press/>, Томский ГУ <http://tv.tsu.ru/videolekcii/>, Петрозаводский ГУ <http://eduvideo.petrus.ru/> и другие), в сети реализована multicast трансляция видеоконтента, позволяющая существенным образом снизить нагрузку на опорные каналы сети. Для локализации трафика на региональном уровне развернута система зеркалирования наиболее востребованных научно-образовательных ресурсов.

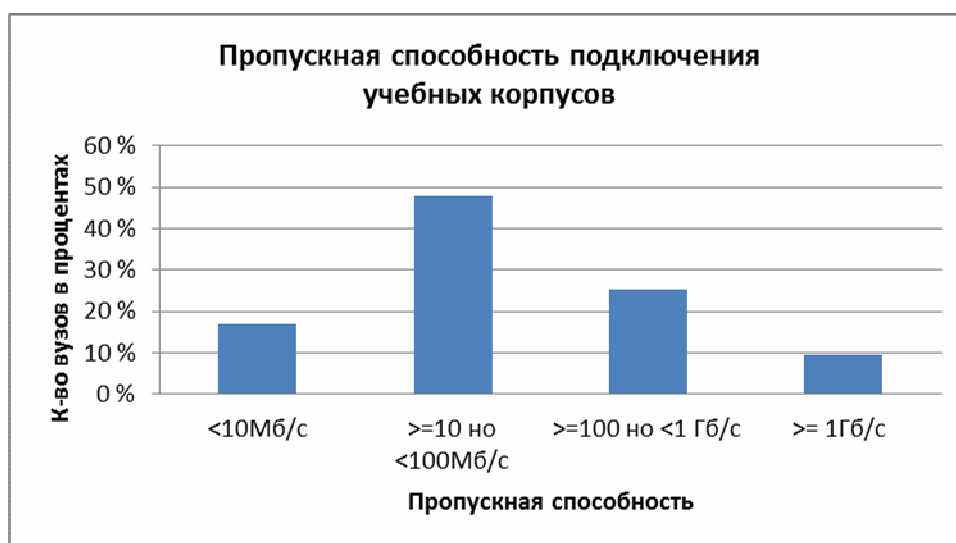
В сети в полном масштабе обеспечена передача трафика с использованием протокола IPv6, обладающего рядом преимуществ перед классическим протоколом IPv4 и позволяющего в частности преодолеть ограниче-

ния адресного пространства IPv4. Реализован также обмен IPv6 трафиком с зарубежными научно-образовательными сетями.

В сети реализованы системы видеоконференцсвязи, IP телефонии и аудиоконференцсвязи, позволяющие обеспечить существенную экономию средств организаций – пользователей сети при их взаимодействии друг с другом.

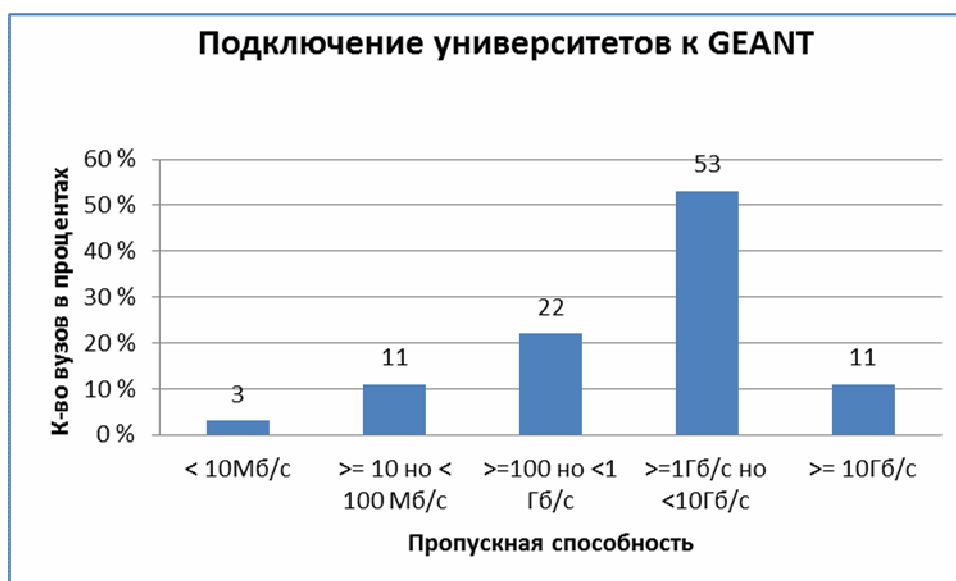
В сети функционирует сервис ограничения доступа пользователей к информационным ресурсам несовместимым с задачами воспитания и образования.

К сетям Интернет/RUNNet подключены все подведомственные Минобрнауки вузы. На следующем рисунке приведено распределение пропускных способностей подключения к сети Интернет подведомственных вузов.



Следует отметить, что подключение с пропускной способностью 1Гб и выше имеет место в основном для вузов Москвы и Санкт-Петербурга.

На следующем графике приведено распределение пропускных способностей подключения университетов к общеевропейской научно образовательной сети GEANT.



Таким образом 86,0% университетов стран ЕС имеют подключение к сети GEANT/Интернет с пропускной способностью 100 Мб/с и выше, которая считается приемлемой для организации современного образовательного процесса. При этом более 64,0% имеют подключение к сети Интернет и научно-образовательным сетям с пропускной способностью 1 Гб/с и выше, что позволяет университетам обеспечить полноценную информационно-коммуникационную поддержку научных исследований на базе ГРИД-технологий, использование удаленного доступа к ресурсам суперЭВМ, уникальному научному оборудованию, распределенным хранилищам научной информации.

Сравнивая инфраструктурные параметры национальной исследовательской сети России и международных научно-образовательных сетей можно отметить следующее.

1. Для большинства развитых в экономическом отношении стран характерной пропускной способностью опорных каналов сети является 10Гб/с и выше. При этом ряд сетей, входящих в GEANT частично уже осуществили переход на каналы с пропускной способностью 40Гб/с (Великобритания, Швейцария, Дания) и 100Гб/с (Нидерланды).

В России только пропускные способности каналов Москва – Санкт-Петербург и каналов на международном направлении отвечают современным требованиям. Пропускная способность каналов на других направлениях на 1-2 порядка ниже.

2. Большинство европейских научно-образовательных сетей на всем протяжении своей опорной инфраструктуры построено на собственных или арендованных волоконно-оптических линиях на основе технологии плотного спектрального мультиплексирования, что позволяет поднимать на этих линиях каналы практически любой требуемой в настоящее время пропускной способности. В России только международный сегмент сети RUNNet Санкт-Петербург – Хельсинки дает возможность получать аналогичные характеристики.

3. Типовая пропускная способность подключения отдельных научных учреждений и университетов в европейской сети GEANT и научно-образовательных сетях США составляет от 1Гб/с до 10Гб/с. В России такие пропускные способности подключений характерны только для Москвы и Санкт-Петербурга. В остальных регионах это, как правило, 10Мб/с – 100Мб/с.

В связи с этим важной задачей развития инфраструктуры инфокоммуникационной поддержки научной и инновационной деятельности в России и, в частности, развития национальной исследовательской компьютерной сети нового поколения является задача обеспечения соответствующих современному уровню показателей пропускных способностей сети на основных магистральных направлениях с одновременным развитием инфраструктуры доступа к опорным узлам, т.е. увеличением пропускных способностей каналов, связывающих компьютерные сети отдельных учреждений науки и высшей школы с опорной инфраструктурой, а также повышение эффективности использования существующих возможностей сети за счет реализации технологии плотного спектрального мультиплексирования DWDM и фотонной коммутации.

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МЕДИЦИНСКОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

А.В. Крошилин, к.т.н., доцент, С.В. Крошилина, к.т.н., доцент
Научный руководитель – Пылькин А.Н., д.т.н., профессор
Рязанский государственный радиотехнический университет

Хранилища данных учреждений медицинского типа содержат информацию, которую с успехом можно использовать для получения новых знаний, необходимых для эффективного принятия как управленческих, так и медицинских решений. При этом остро стоят вопросы разработки интеллектуальной многоконтурной информационной системы и методов автоматического поиска новых закономерностей. В процессе проектирования автоматизированной информационной системы (АИС) медицинского учреждения авторами проекта были проанализированы и классифицированы функционирующие информационные потоки: электронная история болезни, данные анамнеза пациентов и особенности социальной среды их проживания, поставленные диагнозы, назначения и проведенные курсы лечения, распределение лекарственных средств внутри медицинского учреждения, данные по управлению передвижной лабораторией.



Рис.1. Структурная схема АИС медицинского учреждения

В результате спроектированная АИС медицинского учреждения в своем составе имеет семь подсистем.

Подсистема ведения электронной истории болезни хранит информацию о пациентах: персональные данные, данные о посещении врача, поставленные диагнозы, назначенные курсы лечения, результаты анализов, результаты выписки и т.д. Эта информация служит для формирования статистической отчетности, а также консолидируется для работы других подсистем.

Подсистема информационно-анамнестического анализа и особенностей социальной среды проживания пациента служит для оценки развития похожих ситуаций при выбранном курсе лечения, используется при постановке диагноза и назначении курса лечения, хранит информацию об эпидемиологической ситуации районов области, о выявленных очагах заболевания, а также социальная информация.

Подсистема поддержки принятия решения постановки диагноза ориентирована на помощь врачу. В основе подсистемы - разработанная авторами методика нечеткой кластеризации с использованием оценочной функции качества кластеризации, позволяющая полностью формализовать решение задачи кластеризации, при этом оценивается качество каждого разбиения

и выбирается наилучшее из них. Указанный подход позволяет производить эффективный мониторинг данных при значительном сокращении затрачиваемых ресурсов за счет применения алгоритма модифицированного метода нечеткой кластеризации и в значительной степени повышает качество постановки диагноза.

Подсистема поддержки принятия решения выбора и корректировки курса лечения использует данные электронной болезни, анамнезов, поставленных диагнозов и т.д. В основе - аппарат теории нечетких множеств и нечеткой логики, неоспоримое преимущество такого подхода связано с тем, что в расчет попадают все возможные сценарии развития событий, что несвойственно вероятностным методам, рассчитанным на конечное (дискретное) множество сценариев, кроме того, знания человека-эксперта о решаемой задаче в условиях неполноты, нечеткости исходной информации и достигаемых целей также имеют нечеткий характер. Особенность подсистемы в том, что каждая модель строится на основе отдельной семантической сети, причем работает она с несколькими моделями предметной области (ПрО) взаимосвязанными или несвязанными между собой, которые в дальнейшем объединяются в единую модель ПрО.

Подсистема интеллектуального управления материальными потоками отвечает за распределение лекарственных средств внутри медицинского учреждения. Научным направлением, лежащим в основе разработанной подсистемы, является методология когнитивного анализа, при котором эффективным инструментом являются нечеткие когнитивные карты, хорошо зарекомендовавшие себя в задачах исследования структуры модели системы учета материальных потоков и получения прогнозов ее развития при различных управляющих воздействиях. С учётом выбранной информационной модели и методов нечёткого когнитивного анализа разработан усовершенствованный алгоритм учета материальных потоков.

Подсистема интеллектуального управления транспортными потоками отвечает за работу передвижной лаборатории. Помимо сбора накопленной информации и ее анализа, одной из основных задач подсистемы - составление, контроль, динамическая коррекция маршрута передвижной лаборатории. В подсистеме также применена теория когнитивного анализа, которая применяется в подсистеме управления материальными потоками.

Подсистема подготовки статистической отчетности и уведомлений предназначена для формирования отчетной информации как регламентированной (более 40 видов) так и оперативной (более 30 видов) за каждый день работы медицинского учреждения. Разработана система автоматизированной доставки извещений по электронной почте.

В результате построенная структура автоматизированной информационной системы медицинского учреждения позволяет осуществлять интеллектуальную поддержку принятия как управленческих, так и медицинских решений на различных уровнях работы. Система - многокомпонентная и разработана по современным методикам проектирования систем интеллектуального анализа данных. По результатам теоретических и практических исследований имеются три свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ, пять актов внедрения, а также информационная система была отмечена наградой "Серебряный Диплом - 2010" - конкурс молодых учёных.

Секция 1
Информационные технологии в социальных и экономических системах

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ИНТЕРНЕТ-ТЕСТИРОВАНИЯ MOODLE
ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПАКЕТА ГЕНЕРАТОРОВ МНОГОЭТАПНЫХ
ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ**

А.И. Исмаилова

Научный руководитель – Кручинин В.В., д.т.н., профессор
Томский Государственный Университет Систем управления

Рост Интернет и World Wide Web трансформирует преподавание и обучение на всех уровнях образования. Для упрощения работы со студентами заочной и дистанционной форм обучения меняется технология тестирования. С увеличением филиалов университета ТУСУР, следовательно, и количества учащихся, появилась необходимость качественно и быстро проверять знания студента.

Предложенное решение – многоэтапные тестовые задания, способны помочь обучению и контролю знаний студентов любой формы обучения. Многоэтапное тестирование предполагает последовательный контроль знаний. Студенту предлагается решить контрольную работу в несколько этапов, с постепенным повышением уровня сложности. Это поможет преподавателю наиболее точно определить уровень знаний студента в данной предметной области (ПО), а студенту узнать глубину своих знаний перед предстоящим экзаменом. Так же автоматизация оценки знаний ПО поможет сократить время, затрачиваемое преподавателем на проверку контрольных работ.

На сегодняшний день создано большое количество генераторов тестовых заданий, реализованных на различных языках программирования. Проблемой разработки генераторов занимались А.И. Башмаков, Л.А. Ашкинази и М.П. Гришкина, А.Ю. Ионов, И.А. Копылов и Д.О. Жуков, М.Н. Кирсанов, В.В. Кручинин, М.А. Левинская, И.А. Посов, С.В. Титенко. Но во всех отсутствует один немало важный критерий – последовательность обучения или выявления знаний. Студент отвечает на вопросы различных уровней сложности и по различным темам дисциплины, никак не систематизирующих знания.

В Томском университете систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР) разработана оригинальная технология создания и сопровождения генераторов тестовых вопросов и задач [1]. В настоящее время внедрено большое количество генераторов по гуманитарным и техническим дисциплинам на факультете дистанционного обучения (ФДО) Института Инноватики. В процессе изучения существующих генераторов тестовых заданий, возникла идея создания генератора многоэтапных тестовых заданий.

Генератор многоэтапных тестовых заданий – это компьютерная учебная программа (КУП), позволяющая в интерактивном режиме генерировать вопросы задания по данной дисциплине, с постепенным повышением уровня сложности.

Для унификации многоэтапных тестовых заданий, было принято решение использовать спецификацию Question & Test Interoperability (QTI) консорциума Instructional Management Systems (IMS), предназначенную для создания формата обмена тестовыми материалами [2]. Это позволит встраивать тесты в любую выбранную обучающую систему.

На ФДО используется система интернет-тестирования moodle для online-тестирования студентов заочной и дистанционной формы обучения. Поэтому было принято решение сгенерированную базу заданий применять в системе moodle.

Система дистанционного обучения moodle – довольно мощная система, которая позволяет гибко организовать процесс преподавания в зависимости от поставленных целей, а также проводить занятия в частично-дистанционном и дистанционном режимах [3]. Она ориентирована, прежде всего, на организацию взаимодействия между преподавателем и учениками, хотя удобна и для организации традиционных дистанционных курсов и поддержки очного обучения.

Способ представления вопроса может быть любым, но должны соблюдаться общие принципы работы:

- Наличие возможности воспользоваться подсказкой к вопросу.
- Факт использования подсказки по каждому вопросу сохраняется в протокол.
- Пользователь подтверждает выбранное решение по каждому вопросу вручную.
- После подтверждения решения, изменить его уже нельзя.
- Если решение неверно, на экран выводится текст правильного решения.
- Текст правильного решения берется из специального блока разметки IMS QTI.

Поскольку генератор получает огромное число тестовых вопросов и заданий, то возможно предъявлять студенту не только индивидуальное задание, но и его решение. То есть существует возможность создания многоэтапных самостоятельных работ, тем самым помогая студенту готовиться к контрольным и экзаменационным проверкам знаний.

Таким образом, создание данного генератора позволит определить уровень и глубину знаний студента, поможет преподавателям объективно оценивать знания студента, переходя от простых к сложным типам вопросов в определенной теме. Студентам, в свою очередь, при подготовке к экзамену или контрольной по определенной теме, программа поможет лучше и глубже усвоить знания по дисциплине.

Библиографический список

1. Кручинин В.В. Генераторы в компьютерных учебных программах. - Томск: Изд-во Том. Ун-та, 2003. - 200с.
2. IMS Global Learning Consortium [Электронный ресурс] / Официальный сайт спецификации IMS - Режим доступа: <http://www.imsglobal.org>
3. Система дистанционного обучения MOODLE [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.moodle.org>

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В УСЛОВИЯХ АКУСТИЧЕСКИХ ШУМОВ

М.В. Илюшин, В.С. Гранкин

Научный руководитель – Басов О. О., к.т.н.

Академия ФСО России

Актуальной проблемой в области проектирования интерфейсов взаимодействия человека и компьютеризированных устройств является выбор информационного канала, который более устойчив в текущих условиях к динамически изменяющейся ситуации. Повысить естественность и помехоустойчивость взаимодействия позволяет анализ отдельных модальностей (визуальной, звуковой, тактильной, вестибулярной, проприоцептивной и др.) и их последующая интеграция на семантическом уровне [1].

Применение многомодальных интерфейсов, обрабатывающих естественные для человека способы коммуникации (речь, жесты, движения тела, головы, направление взгляда, мимика и др.), обеспечивает взаимодействие между пользователями и интеллектуальными модулями, встроенными в окружающие объекты в интуитивно понятной и простой форме. При этом в условиях значительных акустических шумов визуальная и звуковая модальности при построении интерфейсов применяются более активно.

С разработкой многомодальных интерфейсов к речевым технологиям предъявляются все более жесткие требования. Подавляющее большинство существующих систем распознавания речи способно обрабатывать только речь диктора, записанную с помощью микрофона-гарнитуры, расположенного непосредственно перед ртом диктора, саму же запись рекомендуется проводить в тихом, звукоизолированном помещении. Однако очевидно, что далеко не каждый пользователь готов к таким ограничениям. Для развития и внедрения речевых технологий необходимо сделать процесс записи речи максимально удобным для пользователя, прежде всего, обеспечив запись речи в условиях значительного фонового шума и параллельных разговоров в помещении.

Указанное несоответствие порождает научно-техническую проблему, суть которой состоит в необходимости разработки и реализации модельно-алгоритмического, методического, программного, технического и информационного обеспечения процессов естественного человеко-машинного взаимодействия в многомодальных приложениях на базе обработки аудиовизуальной информации, позволяющей автоматически идентифицировать человека, его речь, психо-эмоциональное состояние, намерения, движения.

Библиографический список

1. Ронжин, А.Л. От умных приборов к интеллектуальному пространству / Р. М. Юсупов, А. Л. Ронжин // Вестник Российской Академии Наук, Том 80, № 1, 2010, С. 45–51.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ЗАБОЛЕВАНИЙ ВЕНОЗНОЙ И ЛИМФАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМ ЧЕЛОВЕКА

М.М. Запольская, Л.В. Ивлиева, Е.С. Лукьянова

Научный руководитель – Зеленко Л.С., к.т.н., доцент

**Самарский государственный аэрокосмический университет имени
акад. С.П.Королева (национальный исследовательский университет)
(СГАУ)**

В работе представлена комплексная медицинская информационная система для врачей узких специальностей, которая обеспечивает информационную поддержку врачебной деятельности на всех этапах: от создания медицинской карты пациента, ввода данных о результатах обследования до формирования необходимой медицинской документации. В системе реализованы уникальные методики обследования и лечения пациентов, страдающих заболеваниями венозной и лимфатической систем, разработанные в клиниках Самарского государственного медицинского университета.

В ходе работы был проведен сравнительный анализ современных медицинских информационных систем и изучены методики обследования пациентов. На основании проведенных исследований авторами были разработаны алгоритмы хранения и обработки данных, позволяющие систематизировать и анализировать накопленную в ходе обследования и лечения информацию о пациентах и выдавать рекомендации о ходе дальнейшего их лечения.

Обследование пациента - процесс долгий и дорогостоящий, правильная постановка диагноза предполагает проведение исследований по нескольким десяткам различных параметров. Показатели параметров, по которым проходит обследование, заносятся в систему, и в зависимости от их значений система определяет, к какой стадии заболевания относится каждый параметр.

Система поддерживает деятельность врачей, которые занимаются лечением пациентов с заболеваниями венозной системы (АРМ врача-флеболога) и лимфатической системы человека (АРМ врача-лимфолога). Структурная схема системы представлена на рисунке 1. *Актуальность* решения проблемы определяется высокой распространенностью такого рода заболеваний, они часто приводят к инвалидизации, это определяет их *социальную значимость*.

Обследования пациентов с заболеваниями венозной системы проводятся по трем уровням:

- 1) данные макрогемодинамических показателей;
- 2) данные о работе мышечно-венозной помпы;
- 3) показатели функционального состояния глубоких вен.

Каждый параметр характеризуется набором числовых показателей (среднее значение или норма, допустимое отклонение от нормы), по которым можно сделать вывод о стадии заболевания. Кроме обработки объективных данных, в системе предусмотрена возможность работы с субъективными данными, которые формируются на основе анализа самостоятельной работы пациентов с предлагаемыми опросными листами по оценке качества их жизни. Формат опросных листов фиксирован – в качестве него используется международный стандарт CIVIQ, содержащий 20 вопросов.

Результаты всех опросов обрабатываются системой и хранятся в базе данных.

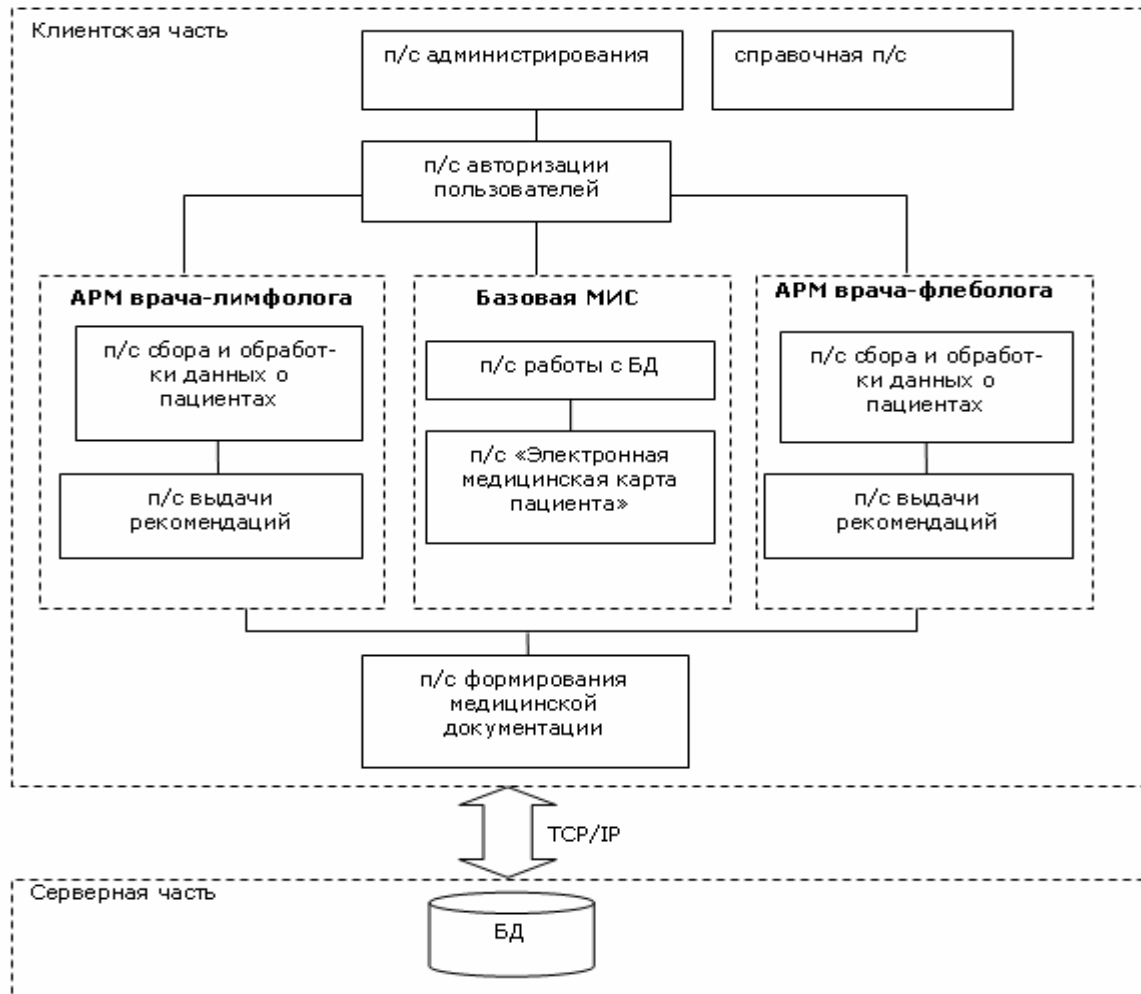


Рис. 1. Структура комплексной информационной системы

К параметрам, по которым ведется обследование пациентов с заболеваниями лимфатической системы, относятся:

- 1) линейные размеры лимфатических узлов;
- 2) показатели цитокинов сыворотки крови;
- 3) функциональная электронейромиография.

Обследования проводятся в три этапа (по уровням), в зависимости от значений показателей система выясняет стадию заболевания и выдает рекомендации по методу лечения (консервативное или оперативное).

Результаты сбора и обработки данных для каждой из подсистем представляются в процентном отношении, а также в графическом формате (в виде круговой диаграммы). Система выдает текстовые рекомендации по лечению, которые при необходимости можно экспортировать в MS Word.

Разработанная система позволила автоматизировать деятельность врачей, значительно сократив объем бумажной работы. Определение стадии заболевания и выдача рекомендаций дает возможность быстро анализировать результаты проведенных обследований и принимать верное решение о тактике лечения. Разработанная система находится в опытной эксплуатации в клиниках Самарского государственного медицинского университета.

ОБРАБОТКА НАЗВАНИЙ ЛЕКАРСТВ НА ОСНОВЕ РАССТОЯНИЯ ЛЕВЕНШТЕЙНА

Е.С. Юхимович

Научный руководитель — Цветков И.А., д.т.н., профессор
Рязанский государственный радиотехнический университет

Сейчас на российском рынке представлен широкий ассортимент лекарственных препаратов отечественного и импортного производства. Большое число препаратов, безрецептурный отпуск лекарств, неразборчивый почерк врачей, невнимательность работников аптек могут привести к покупке и приему другого препарата, что повышает риск возникновения серьезных осложнений. Кроме того, согласно действующим нормативным документам лекарственные средства надлежащего качества возврату или обмену не подлежат.

Есть проблема ошибочной продажи лекарственных препаратов, однако у специалистов нет единого метода, позволяющего обнаружить ошибку, поэтому актуальна задача — разработать программное средство, которое выявляло бы сходные по написанию названия лекарств. В докладе предлагается программное средство, выполняющее обработку названий лекарств, зарегистрированных в Российской Федерации.

Программное средство предусматривает работу со списком названий лекарств, осуществляет поиск сходных по написанию названий и генерацию новых названий лекарств. Список названий лекарств, используемый в программе, — это реальный перечень лекарственных средств, зарегистрированных, внесенных в государственный реестр лекарственных средств и разрешенных к медицинскому применению в Российской Федерации.

Применять для определения сходства названий расстояние Хемминга, равное числу *несовпадений* символов в двух строках на *одинаковых* позициях, в этой задаче нецелесообразно, так как названия лекарств могут искажаться не только из-за замены одного символа другим, но и из-за *потери* символов и их *добавления*. Поэтому для определения сходства названий было выбрано расстояние *Левенштейна* (предложено в 60-х годах 20-го века советским математиком В.И. Левенштейном [1]), определяемое для двух строк как минимальное число операций вставки символа, удаления символа, замены одного символа другим, необходимых для преобразования одной из этих строк в другую.

Для разработки программного средства использованы: среда программирования *Microsoft Visual Studio 2010*, язык программирования *C#*.

С помощью предлагаемого программного средства получены следующие результаты. Реестр лекарственных средств, разрешенных к применению в Российской Федерации, содержит 165 пар названий лекарств с расстоянием Левенштейна, равным 1 (самые «опасные» из-за сходства по написанию пары названий), и 1429 пар с расстоянием Левенштейна, равным 2 (достаточно «опасные» пары). Минимальное расстояние Левенштейна равно 1, максимальное расстояние равно 146, среднее расстояние приблизительно равно 16.

Применение предлагаемого программного средства поможет производителям лекарств и работникам аптек выявлять сходные по написанию названия лекарств, чтобы предотвращать их ошибочную продажу и прием.

В дальнейших исследованиях по данной теме планируется вычислять расстояние *Дамерау — Левенштейна* [2] между названиями лекарств, а также выявлять сходные по звучанию названия.

Библиографический список

1. Левенштейн В.И. Двоичные коды с исправлением выпадений и вставок символа // Проблемы передачи информации. — 1965. — Т. 1. — Вып. 1. — С. 12–25.

2. Damerau F.J. A Technique for Computer Detection and Correction of Spelling Errors // Communications of the ACM. — 1964. — V. 7. — № 3. — P. 171–176.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРЕПОДАВАНИЯ РАЗДЕЛА «ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ» В ВУЗЕ

Т.И. Пакина

Научный руководитель – Вансович М.О., к.ф.-м.н., доцент

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

«Дифференциальные уравнения» - важный раздел высшей математики, изучаемый в вузе студентами различных специальностей. Осваивая этот раздел, студенты-бакалавры должны не только хорошо понять теоретический материал, но и приобрести практические навыки решения обыкновенных дифференциальных уравнений, которые так широко используются в различных областях естествознания, техники и экономики, помогают решить естественно-научные, научно-технические и социально-экономические проблемы.

Имеющиеся по данному курсу пособия в основном старого издания. Многие вопросы в них недостаточно полно освещены. Некоторые пособия содержат размытые, теряющиеся в тексте схемы решения, однообразные практические примеры, не содержат, либо содержат очень мало задач прикладного характера.

В докладе будет сообщено о некоторых технологических приёмах преподавания бакалаврам специальностей «Математика», «Прикладная математика» раздела «Дифференциальные уравнения». Технологические приёмы в частности содержат:

- чёткие, хорошо развернутые схемы решения;
- подробные образцы решения типовых задач;
- интересные замечания, написанные доступным языком для студентов (они будут весьма полезны для тех, кто серьёзно увлекается математикой);
- большой объем заданий для самостоятельного решения;
- оригинальные задачи, решение которых должно повысить общую математическую культуру и развить творческие способности учащихся;
- подборку разнообразных примеров прикладного характера.

Разработанные методические рекомендации будут полезны:

- бакалаврам физико-математического факультета специальности «Математика»;

- студентам инженерных специальностей, желающим самостоятельно научиться решать дифференциальные уравнения;
- студентам дистанционной формы обучения;
- преподавателям, работающим со студентами соответствующих специальностей.

ПРОГРАММНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЕКТИВНОГО ПОКРЫТИЯ ЛИШАЙНИКОВ-ЭПИФИТОВ

П.А. Блинов, Э.А. Блинова

**Рязанский государственный радиотехнический университет
Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина**

Определение проективного покрытия является показателем борьбы за свет, влагу, питательные вещества и пространство. На сегодняшний день в лихенологии существует ряд способов определения проективного покрытия лишайников-эпифитов. Проективное покрытие - относительная величина проекции площади, покрытой лишайниками, к площади, свободной от лишайников.

Методы оценки проективного покрытия детально разрабатывались Л.Г. Раменским. Для того чтобы проективное покрытие могло быть определено с заданной им точностью ($\pm 5\%$ для травостоя в целом, 10-20% для «массовых видов» и более грубо для единичных видов), им был предложен метод «сеточек и мерных вилочек».

Кроме сеточных и вилочных подходов в подсчете проективного покрытия, существуют подходы на основе субъективного приблизительного подсчета с бальной оценкой и метод с использованием шкалы Хульта-Сернандера.

Другим распространенным методом, является метод линейных пересечений заключающийся в наложении гибкой ленты с мелкими делениями на поверхность ствола и фиксировании всех пересечений со слоевищами лишайника. Покрытие каждого вида на стволе дерева может быть так же представлено в качестве визуальной оценки. Это можно сделать с помощью небольших пробных площадок, расположенных на стволе дерева на определенной высоте.

Обзор подходов определения показателя проективного покрытия, проделанный выше, показал, что основная масса подходов зачастую носит субъективный характер и имеет не высокую точность определения проективного покрытия лишайников-эпифитов.

Для повышения точности и снижения субъективного фактора, предлагается использовать разработанный подход анализа отрисованных изображений.

Данный подход заключается в выполнении следующих несложных этапов:

1. Обрисовка контуров лишайников-эпифитов на фиксированной гибкой прозрачной поверхности с фиксированной высотой (полиэтиленовая пленка, прозрачная пластиковая пленка и т.п.).
2. Сканирование обрисованных изображений контуров лишайников-эпифитов.

3. «Заливка» фиксированным цветом (предлагается использовать черный, для упрощения дальнейшей обработки) областей контуров лишайников-эпифитов.

4. Анализ отношения количества закрашенных пикселей к общему количеству пикселей сканированного изображения.

Архитектурным каркасом анализатора является шаблон проектирования MVC. Шаблон представляет из себя структуру из трех взаимодействующих объектов: M(Model) – модель, реализующая алгоритмическую основу программы анализа; V(View) – вьювер, реализует графический интерфейс программы; C(Controllor) – контроллер, реализует управление алгоритмом модели и получением команд через отображение (вьювер) от пользователя.

В соответствии с задачей основные объекты модели получили следующие имена:

FileParser – класс, отвечающие за разбор файла графического изображения проективного покрытия;

Analyzer – анализатор, класс, отвечающий за анализ полученных изображений с формированием результата.

На рисунке 1, представлена интерфейсная часть программы.

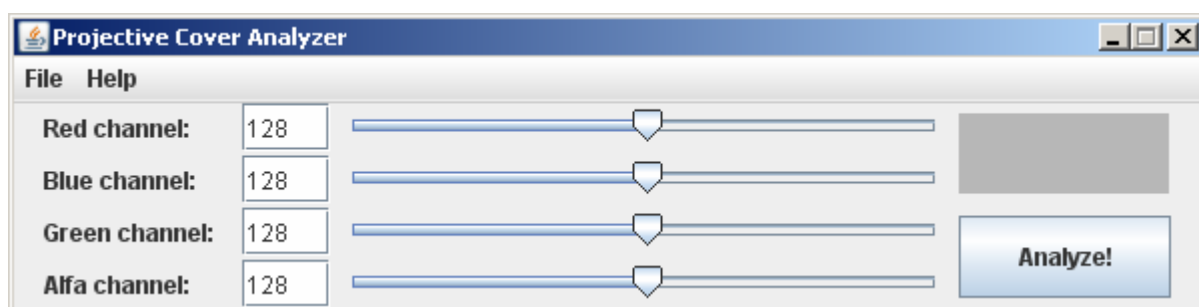


Рис.1. Интерфейс программы анализа проективного покрытия лишайников-эпифитов

Анализ полученных результатов с помощью выше рассмотренных методов и предлагаемого на тестовых поверхностях с заданной площадью проективного покрытия показал высокую точность предлагаемого метода на основе обрисованных изображений. Данный подход позволит повысить точность получения научных результатов связанных с анализом проективного покрытия лишайников-эпифитов.

ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ ТЕХНОЛОГИЙ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ КОНФИДЕНЦИАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ В DLP-СИСТЕМАХ

А.Ю. Антомонов

Научный руководитель – Белов В.В., д.т.н., профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет

В России практически не осталось крупных компаний, которые бы не использовали системы предотвращения утечек конфиденциальной информации, или DLP-системы (от англ. Data Leak/Loss Prevention). IT-отделы организаций внимательно изучают возможности представленных на рынке систем, соизмеряя их со своими требованиями. Эффективность работы лю-

бой DLP-системы зависит в первую очередь от качества выявления конфиденциальной информации в общем потоке данных. Для этого сегодня используется ряд различных технологий, каждая из которых имеет свои достоинства и недостатки [1]. В докладе проводится анализ каждой из используемых технологий.

Условно способы обнаружения утечек можно разделить на две группы: первые анализируют тексты сообщений или документов (морфологический и статистический анализы, шаблоны), вторые выявляют инциденты по специальным меткам или свойствам документов (цифровые метки и отпечатки).

Морфологический анализ является одним из самых распространенных контентных способов обнаружения утечек конфиденциальной информации. Суть этого метода заключается в поиске в передаваемом тексте определенных слов и/или словосочетаний. Достоинство метода – в его универсальности. Его можно использовать для любых каналов связи, при этом документы не нуждаются в предварительной обработке. Недостаток заключается в том, что заранее предсказать степень эффективности обнаружения конфиденциальных данных в передаваемом трафике достаточно сложно. Увеличить её можно точным подбором семантического ядра. Также высоки риски ложного срабатывания системы защиты на вполне безобидные тексты, зависящие от семантического ядра и исследуемого трафика.

Статистический анализ относительно мало распространен в DLP-системах. Принцип работы заключается в вероятностном анализе текста, который позволяет предположить его конфиденциальность или открытость. Для правильной работы необходимо предварительное обучение алгоритма, при проведении которого вычисляется вероятность нахождения тех или иных слов, а также словосочетаний в конфиденциальных документах. Преимущество – универсальность. Недостаток – необходимость постоянного обучения алгоритма.

В случаях, когда конфиденциальная информация представляет собой некоторые стандартизованные данные, например, адреса, телефоны, серии и номера паспортов, используют *шаблоны конфиденциальных данных*, которые определяются администратором безопасности: тип (цифра или буква) и количество. После этого система начинает искать в анализируемых текстах сочетания, удовлетворяющие ему, и применять к найденным файлам или сообщениям указанные в правилах действия. Главное преимущество – высокая эффективность обнаружения передачи конфиденциальной информации. Недостаток – ограниченная сфера применения, так как они используются только для стандартизованной информации.

Суть метода *цифровых отпечатков* заключается в следующем. Сначала создается специальная база "электронных слепков" с указанных администратором безопасности файлов. После этого все отправляемые документы будут проверяться на соответствие этим отпечаткам. Например, можно создать отпечаток подписи генерального директора, для предотвращения утечки отсканированных копий документов, подписанных им. Эта технология очень эффективна, но её использование возможно только для контроля пересылки целых существующих документов или изображений и их фрагментов.

Технология *цифровых меток* заключается в том, что на конфиденциальные документы проставляются специальные метки, которые распознаются только клиентским модулем DLP-решения. При обнаружении метки система разрешает или запрещает те или иные действия с файлами. Это позволяет не только предотвратить утечку, но и разграничить работу с файлами пользователей, что является преимуществом данной технологии. К недостаткам данной технологии относится ограниченность сферы применения. С её помощью можно защитить только существующие текстовые документы. Так же недостатком является легкость её обхода – создание нового документа и ручной набор текста в нём, минуя буфер обмена.

В заключение хотелось бы отметить, что все приведенные современные технологии контентного анализа не конкурируют между собой, а дополняют друг друга. Базовым способом является морфологический анализ, так как из-за универсальности он может использоваться практически везде. А шаблоны и цифровые отпечатки усиливают защиту определенных групп конфиденциальных данных – стандартизированной информации, определенных документов или изображений или их фрагментов [2]. Таким образом, в полноценной DLP-системе должны быть реализованы все технологии для достижения максимальной эффективности. Но при этом необходимо понимать, что использование той или иной технологии зависит от конкретных условий.

Библиографический список

1. В. Левцов Контроль подмены символов в системах борьбы с утечками конфиденциальных данных // Журнал «Information Security/ Информационная безопасность». Выпуск 5, 2009. - С. 28-29.
2. М. Давлетханов Современные технологии обнаружения утечек [Электронный ресурс]. URL: <http://www.anti-malware.ru/node/8578>.

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДЫ ГРАФИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ LABVIEW ДЛЯ ОБРАБОТКИ БИОМЕДИЦИНСКИХ СИГНАЛОВ И ДАННЫХ

А.В. Кирюхин

Научный руководитель – Михеев А.А., д.т.н., профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет

Измерения – это разновидность человеческой деятельности, без которой немислим прогресс науки и технологий. В настоящее время в мире большое внимание уделяется развитию медицины и медицинской техники. Поскольку большинство сигналов и данных, регистрируемых с человека преобразуются в конечном счете в электрические сигналы актуальной становится задача их цифровой обработки.

В общем случае построение программного обеспечения для биомедицинских исследований на базе среды LabVIEW включает в себя следующие задачи:

- сбор регистрируемых данных (сопряжение с интерфейсами USB, Ethernet, RS-232 и др.)

- анализ и обработка полученных данных (фильтрация, всевозможные математические преобразования: спектральный анализ, вейвлет-преобразование и др.)
- отображение данных (визуализация в различных графических индикаторах и изменение их настроек для конкретного сигнала)
- сохранение и печать данных (использование различных функций сохранения данных в файл)

Графические программы LabVIEW называются виртуальными приборами (Virtual Instruments). Работа виртуального прибора (ВП) основана на принципах потокового программирования (блок выполняется тогда, когда данные становятся доступными на всех его входах). Потоковое программирование позволяет выполнять множество операций параллельно.

Для решения перечисленных выше задач среда LabVIEW предоставляет множество функций:

- генерация сигналов и шумов
- обработка сигналов во временной области
- обработка сигналов в частотной области
- фильтрация
- обработка весовыми окнами
- статистическая обработка данных
- сглаживание данных
- линейная алгебра и обработка массивов
- преобразование и отображение графических файлов

Для проектирования ВП разработчиками LabVIEW в настоящее время придумано несколько так называемых «шаблонов» или паттернов проектирования. Это цикл с обработкой событий, классический конечный автомат, конечный автомат с очередью, событийно управляемый конечный автомат, автомат событий, параллельные циклы, динамическая объектная структура и другие.

Один из наиболее часто используемых – шаблон классического конечного автомата (рис.1). Данный шаблон использует сдвиговые регистры для передачи состояний. Активность графического интерфейса, состояние одной из логических кнопок отслеживается опросом терминалов. Схема классического конечного автомата подходит для виртуальных подприборов и процедур низкой и средней сложности.

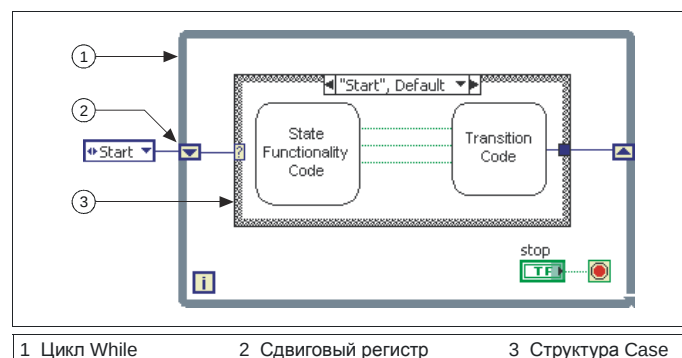


Рис.1. Схема классического конечного автомата

Например, эта схема – более гибкая и функциональная альтернатива структуре последовательностей (Sequence) для выполнения серий опера-

ций. Операции реализуются как состояния конечного автомата, а не как кадры структуры последовательностей. В отличие от этой структуры, в схеме классического конечного автомата можно на ходу менять порядок выполнения операций или вообще остановить последовательность до завершения [1].

Немаловажно отметить роль кластера ошибок, предназначенного для более удобной и быстрой отладки приложения. Он позволяет отыскивать проблемные участки кода, которые невыполнимы по каким-либо причинам, и генерировать код возникшей ошибки. Большую роль разработчики среды LabVIEW уделили документации приложения, которая также предназначена для удобства эксплуатации и уменьшения сроков написания программы.

Отдельно для биомедицинских исследований разработчики среды выпустили дополнение LabVIEW Biomedical Toolkit, которое содержит несколько отдельных приложений:

- Biosignal Viewer (Просмотр биосигналов разных форматов, в том числе EMGWorks и PhysioBank);
- ECG Feature Extractor (Извлечение параметров ЭКГ);
- Heart Rate Variability Analyzer (Анализатор variability сердечного ритма);
- Noninvasive Blood Pressure Analyzer (Неинвазивный измеритель кровяного давления) и др.

Библиографический список

1. П. Блюм. LabVIEW: стиль программирования. Пер. с англ. под ред. П. Михеева. М.: ДМК Пресс, 2008. 400 с.

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОГНИТИВНЫХ КАРТ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ ПРОГНОСТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ

Ю.А. Конюшева

Научный руководитель - Локтюхин В.Н., д.т.н., профессор
Рязанский государственный радиотехнический университет

В данном докладе рассматривается возможность применения технологии когнитивных карт для принятия прогностических решений при сердечно-сосудистых заболеваниях.

В практической деятельности, в условиях нехватки точной и количественной информации, врач выстраивает последовательность умозаключений, соответствующих его логике и опирающихся на представления о связи наблюдаемых у пациента признаков того или иного заболевания с определенным диагнозом. Такая последовательность представляет собой субъективную модель (в качестве модели динамической ситуации), которую можно назвать *когнитивной картой*. Данная модель относится к моделям мягких вычислений, примером которых являются нейронные сети, генетические алгоритмы, нечеткая логика и т. д.

В основе *когнитивного моделирования* – исследование функционирования слабоструктурированных систем и развития ситуаций в них посредством модели на базе когнитивной карты. Когнитивная карта, применяемая к изучению системы, отражает субъективные представления и знания, связан-

ные с функционированием системы. Когнитивную карту часто называют когнитивной моделью, а ряд ученых используют термин «знаковый граф», изначально применяемый в сценарном анализе сложных систем.

Знаковый граф $G(X, E)$ – это объект, состоящий из двух множеств (множества X – точек (вершин) и множества E линий (ребер)), которые находятся между собой в некотором отношении [1]. *Вершины графа* – это базисные факторы (далее факторы), которые определяют и ограничивают наблюдаемые явления и процессы в системе и окружающей среде и интерпретированы субъектом управления как существенные, ключевые параметры, признаки этих явлений и процессов. *Дуги между вершинами графа* – связи между факторами, которые интерпретируются как причинно-следственные связи (влияния) между ними. Причем влияние одного фактора на другой может быть описано с помощью лингвистических переменных типа:

- «влияние положительное», т.е. изменение одного фактора в какую-либо сторону (увеличение, уменьшение) вызывает изменение другого фактора в ту же сторону (увеличение, уменьшение) (этот тип влияния называют усиливающим и отмечают знаком +);

- «влияние отрицательное», т.е. увеличение (уменьшение) одного фактора вызывает уменьшение (увеличение) другого фактора (этот тип влияния называют тормозящим и его отмечают знаком –).

Сформированная когнитивная карта является результатом начального этапа когнитивного моделирования – когнитивной структуризации, в процессе которого отображается только наличие влияния факторов друг на друга, но не детальный характер влияний и динамики их изменений в зависимости от той или иной ситуации. Поэтому в рамках когнитивного подхода предусмотрен переход на следующий уровень (этап) структуризации информации, отображенной в когнитивной карте, а именно, – к когнитивной модели анализируемой ситуации для одной или совокупности поставленных задач анализа [1, 2].

Когнитивный метод можно применить к любой области знаний, требующих получения решений, исходящий из множества факторов и их связей между собой. В данной работе с его использованием рассматривается построение системы поддержки постановки диагноза при обследовании сердечно-сосудистой системы.

Для исследования возможности использования в подобных системах технологии когнитивных карт построена когнитивная модель процессов, протекающих при ишемической болезни сердца. В этом плане выбрана программная среда «КАНВА», которая обладает удобным интерфейсом, где эксперт может устанавливать значения взаимодействий между факторами (вершинами), а также может устанавливать сами межфакторные связи. Перед построением модели в программной среде отобраны наиболее значимые факторы: возраст, курение, употребление крепких спиртных напитков, физическая активность и пр. Среди них были выделены управляющие (лечебно-профилактические) факторы, при изменении которых система (модель) также меняет свое поведение.

Готовая модель протестирована при различных факторных изменениях, например: увеличение/уменьшение массы тела, курения. На основе созданной когнитивной модели получены прогностические сценарии поведе-

ния системы при определённых изменениях входных величин, вполне адекватные для рассматриваемых процессов.

Таким образом, использование когнитивных карт при создании систем поддержки постановки диагноза обеспечивает такие преимущества, как:

- приближение логики работы модели к логике эксперта (врача-кардиолога);
- наглядность и удобство в использовании для врача-кардиолога;
- широкий спектр используемых факторов из истории болезни и факторов-признаков, полученных при исследовании сердечно-сосудистой системы.

Библиографический список

- 1 Кулинич А.А. Компьютерные системы моделирования когнитивных карт: подходы и методы. Control Sciences., № 3, 2010. С. 2-16.
- 2 Кулинич А.А. Алгоритм объяснения прогнозов развития ситуации в качественных когнитивных картах: труды VII Международной конференции CASC'. – М.: ИПУ, 2007. – 150 с.

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ И РАЗРАБОТКИ КОЛЛЕКТИВНО-ДОГОВОРНЫХ АКТОВ

А.И. Гаврилова

Научный руководитель – Александров В.В., к.с.н., доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящее время процесс разработки правовых актов осуществляется вручную путем просматривания трудового законодательства, знакомства с макетами, рекомендациями и образцами коллективно-договорных актов (далее КДА) других организаций, что занимает достаточно длительное время. При этом качество полученного проекта во многом будет зависеть от правовой и экономической грамотности составителей, поскольку они не являются специалистами в трудовом праве (особенность разработки КДА) [1]. Для устранения субъективных факторов при разработке КДА и повышения их качества предлагается использовать информационные технологии и совместить на этой основе процесс автоматизации разработки КДА с процессом обучения их составителей.

Для решения задачи обучения используется проблемный метод обучения и на его основе строится алгоритм работы информационной системы. При этом работа пользователя организуется по сценарию, приводящему к разработке эффективного правового акта. В качестве показателя эффективности разрабатываемого проекта используется система коэффициентов, которые характеризуют получаемую степень превышения прав и гарантий, предоставляемых работникам через КДА, по сравнению с тем, что им предоставляет трудовое законодательство [1]. При внесении изменений в проект коэффициенты пересчитываются и предъявляются разработчику.

Сценарий разработки КДА включает в себя оперативное взаимодействие пользователя с действующим законодательством и опытом решения в других организациях вопросов социально-трудовых отношений в договорном порядке. Для этого систему предлагается оснастить базой знаний, которая заполняется и периодически пополняется фрагментами как статей и положений из законодательных и нормативно-правовых актов, определяющих

параметры вопросов социально-трудовых отношений данной отрасли, так и примерами их определения в договорном порядке из КДА, заключаемых в организациях отрасли. Чтобы к ним можно было оперативно обращаться при формировании соответствующих пунктов проекта КДА, используется специальная система индексации фрагментов в базе и пунктов проекта.

Система разработана в среде программирования Delphi и используется при проведении Общероссийских семинаров по проблемам разработки и заключения КДА в лаборатории РГРТУ.

Библиографический список

1. Александров В.В. Оценка эффективности коллективно-договорного регулирования социально-трудовых отношений. Автореферат дисс. канд. соц. наук. – М.: АТ и СО, 2005. – 30 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ OPEN SOURCE ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Р.Е. Медведев

Научный руководитель - Каширин И.Ю., д.т.н., профессор
Рязанский государственный радиотехнический университет

Как и большинство программного обеспечения, платформы разработки систем дистанционного обучения можно разделить на коммерческие и бесплатные.

К достоинствам коммерческих программных продуктов можно отнести:

- централизованную техническую поддержку;
- надежность продукта;
- сопровождение платформы пользовательской поддержкой;
- централизованное обновление платформы и доступность новых версий;
- расширенная и подробная документация;
- прогнозируемость развития платформы;
- высокая настраиваемость платформы, не требующая высокой технической квалификации специалиста по установке и настройке.

Несмотря на неоспоримые достоинства, коммерческим платформам присущи и серьезные недостатки. Из-за недоступности исходного кода, внесение не только необходимого функционала, но и небольших изменений пользователем возможно только путем обращения в компанию-производителя программного продукта, что приводит к существенному увеличению временных затрат. Помимо этого высокая стоимость коммерческих продуктов, регулярные выплаты за лицензию и за увеличение количества пользователей приводят к серьезным финансовым затратам.

Недостатки коммерческих платформ заставляют обратить внимание на активно развивающиеся бесплатные программные продукты, так называемые Open Source (OS) платформы, или платформы с открытым кодом. Достоинства OS платформ прямо противоположны недостаткам коммерческих продуктов:

- низкая стоимость внедрения (платформа бесплатна, следовательно не придется платить за лицензию, оплачиваются только работы по внедрению и техническому сопровождению);

- возможность внесения нового функционала в соответствии с нуждами учебного заведения;
- возможность интеграции с другими продуктами;
- большинство OS платформ являются кросс-платформенными и не привязаны к конкретному программному обеспечению;
- благодаря своей открытости OS платформы активно развиваются (многотысячное сообщество разработчиков и пользователей регулярно разрабатывают новые модули и пакеты обновлений).

На основе вышесказанного можно сделать следующие выводы: платформы с открытым кодом предоставляют пользователю тот же набор возможностей что и коммерческие но с существенно меньшими затратами и большей эффективностью. Кроме бесплатности использования OS платформы в ходе своей эволюции быстро учитывают актуальные мнения большого количества разработчиков и пользователей, вследствие чего происходит глобальная трансляция успешных практик. Использование платформы с открытым кодом увеличит функциональность интеллектуальной системы дистанционного обучения, уменьшит временные и финансовые затраты на ее разработку, а также направит процесс обучения в сторону универсализации.

АЛГОРИТМЫ КЛАССИФИКАЦИИ ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ ЧЕЛОВЕКА ПО РЕЧИ

Я.О. Картавенко

Научный руководитель – С.Н. Кириллов д.т.н. профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет

Область автоматического распознавания эмоционального состояния человека по речи в последнее десятилетие получила широкое распространение в ряде приложений, таких как контроль состояния человека в экстренных ситуациях или использование по аналогии с полиграфом. Большинство исследований по распознаванию речи или эмоций сфокусировано на небольшом числе эмоциональных категорий [1]. Однако при расширении спектра эмоциональных категорий наблюдается разрушение конечной оценки эмоционального состояния человека.

В ряде источников было предложено понятие трехмерного пространства эмоций (рисунок 1,а), используемое для решения задачи синтеза речи [2], а также при определении эмоционального состояния человека по речи или распознавании речи.

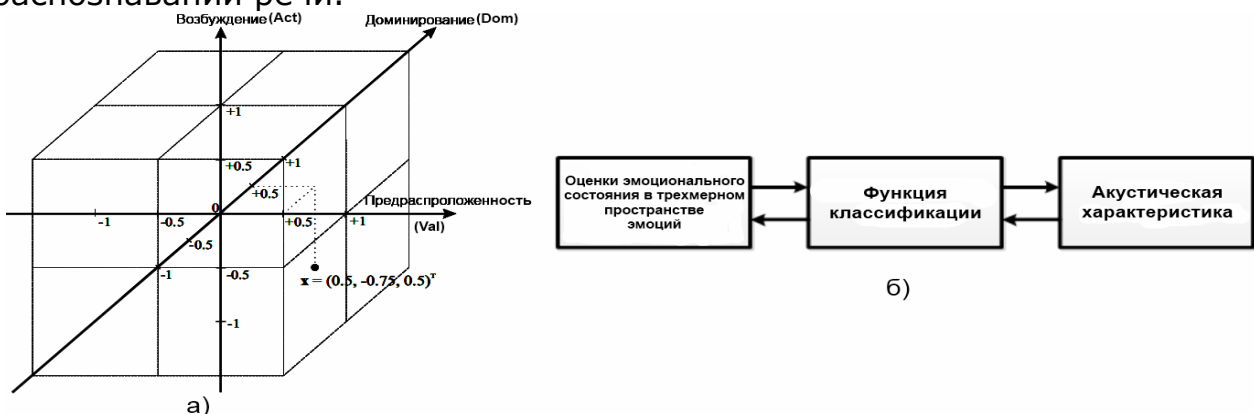


Рис.1. а) трехмерное пространство эмоций; б) алгоритм классификации эмоциональных состояний человека по речи

Целью работы является исследование эффективности алгоритмов классификации эмоциональных состояний человека по речи на основе взаимосвязи значений трехмерного пространства эмоций и выделения «эмоциональнонаполненных» акустических характеристик (рисунок 1,б).

Задачей функции классификации является преобразование акустических характеристик речи к значениям трехмерного пространства эмоций. Анализировались следующие методы классификации: метод регрессии опорных векторов (SVR), метод нечеткой логики (FL) и метод k-ближайших соседей (kNN) [3].

В результате экспериментальных исследований были получены результаты средней ошибки и среднего коэффициента корреляции (r) между значениями трехмерного пространства эмоций и наиболее «эмоционально-наполненными» акустическими характеристиками:

Таблица 1. Результаты экспериментальных исследований

	Средняя ошибка/ r		
	Val	Act	Dom
SVR	0.16/0.44	0.16/0.82	0.12/0.74
FL	0.24/0.26	0.16/0.75	0.18/0.70
kNN	0.13/0.48	0.16/0.74	0.18/0.71

Из анализа таблицы видно, что метод регрессии опорных векторов имеет в наименьшую среднюю ошибку и наибольшее значение коэффициента корреляции по сравнению с другими методами классификации.

Библиографический список

1. Dellaert, F., Polzin, T., & Waibel, A.. Recognizing Emotion in Speech. Proc. International Conference on Spoken Language Processing, 3, Philadelphia, PA, USA, pp. 1970-1973. 1996.
2. Grimm, M., & Kroschel, K. Evaluation of Natural Emotions Using Self Assessment Manikins. Proc. ASRU, 2005a, pp. 381-385.
3. Abe, S. Support Vector Machines for Pattern Recognition. Berlin, Germany: Springer, 2005

СИНТЕЗ СТРУКТУРЫ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОГО РЕГИСТРАТОРА ЗАЩИЩЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ, ФУНКЦИОНИРУЮЩЕГО В КЛАССАХ ВЫЧЕТОВ

Н.Д. Абасов, А.М. Анкина, Д.И. Ржевский

Научные руководители: О.Б. Макаревич, д.т.н., профессор,

О.А. Финько, д.т.н., профессор

Технологический институт

«Южного федерального университета» в г. Таганроге

Проблема достижения высоких показателей надёжности средств обработки и хранения информации особенно актуальна в устройствах, которые должны сохранить работоспособность в экстремальных условиях. К подобным средствам относятся устройства регистрации (УР) используемые, например, для записи основных параметров передвижения транспортных средств, различных внутренних показателей подсистем и пр. [1].

Решение задачи обеспечения высоких показателей надёжности систем хранения информации, в рассматриваемом случае, достоверность восстановления после частичной её утраты, состоит не столько в совершенствовании технических средств, где любое возможное повышение надёжности достигается дорогой ценой, сколько применением таких способов представления информации, которые были бы устойчивы по отношению к возможным искажениям, частичной утрате или модификации, и позволяли бы при необходимости осуществлять коррекцию этих данных.

Анализ информационных источников выявил, что перспективными методами обеспечения высоких показателей отказоустойчивости являются методы модулярной арифметики. Помимо возможности параллельной обработки данных, приводящей к увеличению быстродействия устройства, методы модулярной арифметики обладают также и свойствами обнаружения и коррекции ошибок, что позволяет использовать их для построения высоконадёжных узлов вычислительной техники при наложенных ограничениях на аппаратные затраты [2].

Пусть заданы попарно взаимно простые модули (основания): положительные числа $m_1, m_2, \dots, m_i, \dots, m_k$, $\text{НОД}(m_i, m_j) = 1$ для $i \neq j$.

Значение $P = \prod_{i=1}^k m_i$ определяет информационный диапазон числовой системы. Любое неотрицательное целое число A может быть однозначно представлено модулярным кодом: $A = \{a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_k\}$, компонентами которого являются натуральные числа, удовлетворяющие условию: $0 \leq a_i < m_i$, где $i = 1, 2, \dots, k$.

Фундаментальным положением, лежащим в основе модулярных вычислений, является Китайская Теорема об остатках. Пусть даны попарно взаимно простые модули $\{m_1, m_2, \dots, m_i, \dots, m_k\}$ и число $X \in Z(P)$, модулярное представление которого $\{a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_k\}$ определяется выражением $a_i = |X|_{m_i}$, где $i = 1, 2, \dots, k$.

Избыточный модулярный код (ИМК) задаётся набором модулей:

$$\{m_1, m_2, \dots, m_i, \dots, m_{k+1}, m_{k+2}, \dots, m_{k+n}\},$$

такими, что $\text{НОД}(m_i, m_j) = 1$, где $i, j = 1, 2, \dots, k+n$, причем $m_1, m_2, \dots, m_i, \dots, m_k < m_{k+1}, m_{k+2} < \dots, m_{k+n}$, информационным диапазоном P и полным диапазоном системы с контрольными основаниями $P' = \prod_{i=1}^{k+n} m_i$.

Признаком ошибки является выполнение условия $A > P$. Под ошибкой будем понимать любое искажение значения, соответствующего какому-либо вычету. Выявленная ошибка может быть исправлена одним из существующих корректирующих методов. На рисунке представлена обобщённая структурная схема УР, функционирующего в ИМК.



Рис.1. обобщённая структурная схема УР

Имеется i датчиков $(S_1, S_2, \dots, S_i)$, данные с которых необходимо регистрировать. Информация в виде последовательности бит a_i поступает на входы мультиплексора, где под воздействием управляющего сигнала устройства управления преобразуется в единый блок данных: $A = (a_{t-1}, a_t, \dots, a_0)_2$, представляющий собой запись числа A в двоичной системе счисления. С помощью преобразователя из позиционной системы счисления (ПСС) в ИМК полученное двоичное представление A преобразуется в ИМК [2]: $A = \{a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_{k+n}\}$.

Наименьшие значения вычетов a_i поступают в регистры памяти и затем подвергаются шифрованию. Результат шифрования каждого i -го блока данных, взятого из регистра памяти, представлен криптограммой C_i . Зашифрованные блоки данных $(C_1, C_2, \dots, C_i, \dots, C_{k+n})$ поступают в запоминающее устройство $(3Y_1, 3Y_2, \dots, 3Y_i, \dots, 3Y_{k+n})$.

По сравнению с методами резервирования, ИМК позволяет минимизировать объём избыточного оборудования УР при более высоких уровнях показателей надёжности. Применение методов шифрования обеспечивает необходимый уровень защиты информации, хранящейся в УР.

При асимметричном шифровании $(k_1^{(i)}$ – открытый ключ шифрования) обеспечивается высокий уровень безопасности информации при компрометации ключей шифрования, используемых в УР.

Библиографический список

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 27 марта 1998 г. №360 "О федеральных правилах использования воздушного пространства и федеральных авиационных правилах" (Собрание законодательства Российской Федерации, 1998, №14, ст. 1593; 2000, №17, ст. 1875).
2. Акушский И.Я., Юдицкий Д.И. Машинная арифметика в остаточных классах. — М.: Советское радио, 1968. — 440 с.

КВАНТОВАЯ КРИПТОГРАФИЯ В ЗАЩИТЕ ИНФОРМАЦИИ

М.А. Зилотова , С.С. Кобелева , Т.В. Соколова

Научный руководитель - Коваленко В.В., к.т.н., доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящее время защита информации является одной из самых актуальных проблем. Концепция безопасности должна предусматривать защиту информационных ресурсов как от внешних, так и от внутренних атак, для чего необходим целостный масштабный подход. Наиболее популярные системы обеспечения безопасности – брандмауэры и антивирусные системы – необходимо дополнять аутентификацией пользователей. Традиционно шифрование опиралось на математические методы и, следовательно, всегда существовала вероятность взлома шифра. С появлением квантовой криптографии ситуация изменилась.

Идея квантовой криптографии основана на передаче данных с помощью фотонов, которые хранят биты информации. Квантовые вычисления производятся с огромной скоростью, и технология квантовой криптографии позволяет менять криптографические ключи несколько раз в секунду. Чтобы попытаться подобрать все ключи к информации, зашифрованной квантовой криптографией, необходимы сроки, несопоставимые с жизнью человека. Более того, при попытке хакера получить доступ к информации на персональном компьютере, система оповещает об этом пользователя.

К разработке первого реального образца защищенной квантовой сети приступили около двух лет назад специалисты компании Toshiba Research Europe в британском Кембридже. Компьютерная система получила название Quantum Key Distribution – распределение квантовых ключей. Перспективы развития этой системы самые благоприятные.

До сих пор подобные системы были слишком медленными, что не позволяло им стать надежным и практичным инструментом для ежедневной работы. Теперь же QKD, использующая для передачи информации по оптоволоконным сетям фотоны, сможет увеличить скорость передачи данных с нынешних 1 мегабита в секунду до 8 мегабит в секунду.

На данный момент ведущими разработчиками в области технологии криптографии являются: «Анкад», «ЛАН Крипто», «Крипто-Про», «Сигнал Ком», НИП «Информзащита» и «Инфотекс».

Диапазон участников охватывает как крупнейшие мировые институты, так и небольшие начинающие компании, что позволяет говорить о начальном периоде в формировании рыночного сегмента, когда в нем на равных могут участвовать и те, и другие. Конечно же, квантовое направление

криптографической защиты информации очень перспективно, так как квантовые законы позволяют вывести методы защиты информации на качественно новый уровень. На сегодняшний день уже существует опыт по созданию и апробированию компьютерной сети, защищенной квантово-криптографическими методами – единственной в мире сети, которую невозможно взломать.

МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ СОБЫТИЙ С НЕОПРЕДЕЛЕННЫМИ ВРЕМЕННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ В ПЕРСОНАЛЬНОМ ПЛАНИРОВАЩИКЕ

В.В. Белов, М.В. Наумович

Рязанский государственный радиотехнический университет

В жизни современных людей все большую роль играют индивидуальные средства планирования. Персональные электронные органайзеры, несомненно, помогают повысить эффективность любой деятельности как личной, так и профессиональной [1]. Однако на текущем этапе развития функциональности планировщиков явно не достаточно для представления даже типовых событий в жизни людей, и они не могут составить конкуренции профессии секретаря [2].

На основе проведенного анализа современных систем планирования [3-5], были выявлены их основные недостатки [6] и предложены пути их развития [7]. Одним из предлагаемых усовершенствований является введение в планировщики событий с неопределенными временными границами, а так же разработка методов их обработки.

Информация о временных рамках событий в современных средствах индивидуального планирования представлена в основном двумя способами:

- время начала события t_{start} и время его конца t_{fin} ;
- время начала события t_{start} и его длительность Δt_i .

В ходе анализа планировщиков было установлено, что эти способы позволяют моделировать события весьма упрощенно. Например, нельзя представить события, для которых $\Delta t_i \leq t_{fin} - t_{start}$. Кроме того, не каждое событие может иметь временные рамки t_{start} и t_{fin} . Между тем, современные теории управления временем отводят делам такого типа весьма важную роль [8, 9]. Таким образом, для представления временных характеристик событий было решено использовать все три вышеописанных параметра. В результате стало возможным представление событий с неопределенными временными границами.

Следующим шагом стала разработка методов обработки такого рода событий. Поскольку временные характеристики у них не полностью определены или вовсе отсутствуют, то необходимо использовать интеллектуальный алгоритм, который бы находил в традиционном плане четко определенных во времени задач свободные участки и предлагал заполнить их выполнением того или иного события нового типа. Так как у таких событий нет четких временных рамок, то решения планировщик должен принимать,

основываясь на истории предпочтения, взаимном расположении пользователя и места события и приоритетах.

Следующим важным аспектом интеллектуального планирования является подход к разбиению событий на части, то есть дел, для которых $\Delta t_i \leq t_{fin} - t_{start}$, либо полностью неопределенных во времени событий большой длительности.

Последним важным свойством, которым должен обладать интеллектуальный планировщик является динамичность, а именно своевременная корректировка плана в ситуации добавления/удаления/изменения событий.

Таким образом, предложенные методы интеллектуального планирования позволят так же существенно приблизить функциональность программных средств к работе живого персонала секретарей.

Библиографический список

1. Мобильные планировщики // Chip 2009. – №11. – С. 122 – 125.
2. Портал искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. URL: <http://www.aiportal.ru> (дата обращения 15.03.2012).
3. Элти Дж., Кумбс М. Экспертные системы: Концепции и примеры. – Пер. с англ. – М.: Финансы и статистика, 1986. 192 с.
4. Уотермен Д. Руководство по экспертным системам: Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. 388 с.
5. Дубровин А. Интеллектуальные информационные системы: Учебное пособие для студентов факультета МИСИТ Московского Государственного университета культуры и искусств / Науч. ред. О. В. Шлыкова. Ч.1.– М.: МГУКИ, 2008. 232 с.
6. Белов В.В., Наумович М.В. Проблемы реализации функциональности событий в программных средствах индивидуального планирования // Вестник РГРТУ. Рязань, 2011. Вып. 36. С. 43 – 51.
7. Наумович М.В. Пути развития функциональности индивидуальных планировщиков // Новые информационные технологии в научных исследованиях и образовании: Материалы XV Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых учёных и специалистов. Рязанский государственный радиотехнический университет. 2010. С. 406 – 413.
8. Архангельский. Г. Тайм-драйв: как успевать жить и работать. 8-е изд. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2008. 256 с.
9. Аллен Д. Как привести дела в порядок. Искусство продуктивности без стресса. – Пер. с англ. – М.: Вильямс.

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА РАБОТЫ СИСТЕМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

М.Ю. Китаев

Научный руководитель - Кириллов С.Н., д.т.н., профессор
Рязанский государственный радиотехнический университет

Важной составляющей воздушных судов являются системы определения государственной принадлежности. Эффективность работы таких систем может быть снижена путем их подавления различными помехами. Основ-

ной вклад в снижение эффективности работы системы опознавания вносят помехи в основном искусственного происхождения которые могут быть неорганизованными (непреднамеренными), так и организованными (преднамеренными). Неорганизованные радиопомехи в системах возникают за счет воздействия на приемные устройства электромагнитных излучений различных РЭС и других технических средств. Эти устройства вносят незначительный вклад в снижение качественных показателей рассматриваемых систем. Наибольший вред и снижение качественных показателей работы систем определения госпринадлежности вносят организованные помехи которые создаются преднамеренными действиями противоборствующих сторон в целях снижения эффективности функционирования РЭС противника. Основными видами помех, воздействующих на систему являются: детерминированные амплитудно-модулированные помеховые сигналы, детерминированные импульсные помеховые сигналы, непрерывные шумовые помеховые сигналы, хаотичные импульсные помеховые сигналы (ХИП)[1,2].

В условиях воздействия таких помех сигналы системы определения госпринадлежности должны быть достаточно помехоустойчивыми и имитостойкими. Такие полезные сигналы представляют сложные дискретные последовательности. Возможно также формирование сложных кодовых последовательностей обладающих необходимыми свойствами скрытности и имитостойкости [3].

В работе синтезированы сигналы систем определения государственной принадлежности воздушных судов обеспечивающие заданные показатели скрытности и помехоустойчивости.

Библиографический список

1. Николаенко Н.Ф. Основы теории радиоэлектронной борьбы. М.: Военное издательство, 1987. С. 93-95
2. Радзиевский В.Г, Сирота А.А. Информационное обеспечение радиоэлектронных систем в условиях конфликта.М.: Радиотехника, 2001.С. 119
3. Кириллов С.Н., Баке А.В. оптимизация сигналов в радиотехнических системах: учеб. пособие.- Рязань, : РГРТА, 1997.С. 5-7

О ПРОВЕДЕНИИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПСИХОДИАГНОСТИКИ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ ЕЁ РЕЗУЛЬТАТОВ

М.И. Купцов

Академия ФСИН России

Любые научные исследования массовых процессов, касается ли это таких отраслей знаний, как физика, химия, биология, медицина, экономика, социология, юриспруденция или психология, в современных условиях не могут обойтись без использования информационных технологий. Это относится к изучению не только глобальных природных явлений и направлений гуманитарной деятельности, но и повседневной работы каждого физика, математика, практического психолога. Специалист, не умеющий работать с компьютером, ставить и решать с его помощью практические задачи, не

имеющий достаточного уровня владения технологиями доступа к локальным и глобальным сетевым информационным ресурсам, не знающий тенденций развития современных информационных технологий и возможностей их применения на практике, не может выполнять свою работу на высоком уровне. Спектр применения информационных технологий в указанных сферах очень широк и простирается от текстовых редакторов до сложнейших программных средств, созданных специально под конкретное научное исследование и даже под конкретную задачу такого исследования.

Математическое моделирование психологических процессов и явлений, конструирование психометрических методик и формирование "батарей" тестов, создание и использование систем адаптивного, игрового и дистанционного тестирования, психологическая диагностика, анализ и интерпретация её результатов – это лишь небольшая часть тех психологических задач, которые могут и должны обеспечиваться современными программными средствами. Информационные технологии позволяют повысить эффективность работы психолога за счет

- освобождения от трудоемких рутинных операций;
- сокращения сроков проведения психологической диагностики при массовых исследованиях, компьютерной регистрации её результатов;
- повышения уровня стандартизации условий проведения исследования, достигаемого единообразным инструктажем испытуемых и исключением влияния на них личности экспериментатора;
- конфиденциальности автоматизированного тестирования;
- возможности систематизации, накопления и хранения больших массивов экспериментальных данных;
- доступа к психологическим информационным ресурсам через локальные и глобальные компьютерные сети;
- увеличения точности и сокращения времени обработки экспериментальных данных.

Вместе с тем, применение компьютерных программ в психологии имеет свои трудности и особенности, которые необходимо учитывать. Так, психологический тест, реализованный в электронной форме, не может, да и не должен полностью повторять свой «бумажный» вариант. Как и любая психологическая методика, применяемая в новых условиях, например, для иной возрастной категории испытуемых или для представителей другой профессии, электронный тест должен быть адаптирован. Должны быть выработаны иные подходы к формулировке вопросов, вариантов ответов. В зависимости от уровня компьютерной грамотности респондентов должны быть разработаны соответствующие временные рамки для выполнения тестовых заданий, безусловно предложены новые «ключи». Иначе говоря, перевод психологических методик в цифровые информационные технологии представляет собой отдельную исследовательскую задачу и не может быть проведён формальным переносом в программный код.

Не менее актуальной проблемой является корректное использование методов анализа и последующей интерпретации экспериментальных данных. Дело в том, что большая часть методов обработки статистической информации, в том числе и компьютерных, разработана для высоких уровней измерений.

Такие методы как дисперсионный анализ, факторный анализ, корреляционный и регрессионный анализы Пирсона могут быть применены лишь для шкал отношений и интервальных шкал. Вместе с тем, психологические измерения, как правило, ограничиваются уровнем шкал порядка или даже наименований. Это ограничение необходимо учитывать при подборе компьютерных методов, адекватных анализируемым данным. Кластерный анализ, многомерное шкалирование, критерий χ^2 Пирсона вполне могут заменить для определённого класса задач классические методы обработки статистических данных. То, что перечисленные технологии используются относительно редко, характеризует лишь самих исследователей, не всегда корректно применяющих математические методы, а ведь неадекватные решаемой задаче методы анализа могут существенно исказить полученные результаты, а практические рекомендации, основанные на таких схемах, будут не только бесполезны, но и вредны.

Резюмируя вышесказанное, следует отметить, что степень прогресса общества в целом определяется не только уровнем развития информационных технологий, автоматизирующих информационные процессы в различных предметных областях (в области экономики, психологии, права и т.п.), но и грамотностью специалистов, применяющих эти технологии, и, безусловно, их профессиональными этическими качествами.

Библиографический список

1. Шафрин ЮА. Информационные технологии. - М.: Наука, 1998.
2. Пушкин В.Н. Психология и кибернетика. – М.: Наука, 1971.
3. Дюк В.А. Компьютерная психодиагностика – СПб.: Питер, 1994.

Секция 2
Математические модели в информационных технологиях

**УСЛОВИЕ СУЩЕСТВОВАНИЯ ЛОКАЛЬНОГО МИНИМУМА
ФУНКЦИОНАЛА, ОПРЕДЕЛЕННОГО НА МНОЖЕСТВЕ РЕШЕНИЙ
УПРАВЛЯЕМОЙ СИСТЕМЫ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ
УРАВНЕНИЙ**

И.В. Ионова

Научный руководитель – Терехин М.Т., д.ф.-м. н., профессор
Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

Пусть дана система дифференциальных уравнений вида

$$\dot{x}(t) = A(t) \cdot x + B(t) \cdot u + f(t, x, u), \quad (1)$$

в которой $A(t) - n \times n$ матрица, $B(t) - m \times m$ матрица, $u - m$ -мерный вектор управления, $x - n$ -мерный вектор. Матрицы $A(t), B(t)$ определены и непрерывны на сегменте $[0, T]$. $D = \{(t, x, u) : t \in [0, T], x \in E_n, |x| \leq \delta, u \in E_m, |u| \leq \delta\}$.

Предполагаем, что функция $f(t, x, u)$ - нелинейная определена и непрерывна на замкнутом множестве D . $m+n+1$ -мерном пространстве определяется равенством $f(t, x, u) = F(t, x, u) \cdot x$, где $F(t, x, u)$ матрица, определенная и непрерывная на множестве D .

Можно убедиться, что решение системы (1) представимо в виде $x(t, \alpha, u) = X(t) \cdot \alpha + B^*(t) \cdot u + o(|Y|)$ в котором $X(t)$ - фундаментальная матрица системы $\dot{x} = A(t)x$, $B^* = X(t) \int_0^t X^{-1}(\xi) B(\xi) u d\xi$, $x(0, \alpha, u) = \alpha$.

Рассматривается функционал $J(x, u) = \int_0^T \Phi(t, x, u) dt$ определенный на множестве решений системы (1), функция $\Phi(t, x, u)$ определена и непрерывна на D .

Ставится задача – определить условие существования числа δ , такого, что для любого $|u| \leq \delta$, $J(0, 0) = J_0$ является локальным минимумом функционала $J(x, u)$ на множестве $\{u : |u| \leq \delta\}$.

Непосредственным вычислением можно установить, что в окрестности точки $(0, 0)$ справедливо равенство $J(x, u) - J_0 = (c_1, \alpha) + (c_2, u) + c_k(\alpha, u) + o(|Y|)$, где c_1, c_2 известные векторы, c_k – известная форма порядка k .

Устанавливается, что необходимым условием существования экстремума функционала в точке $(0, 0)$ является выполнение следующих равенств $c_1 = 0, c_2 = 0, c_k$ - форма четного порядка.

В докладе будет доказана теорема о существовании экстремумов функционала.

УПРАВЛЯЕМОСТЬ ЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА С ИНТЕГРАЛЬНЫМ КРИТЕРИЕМ КАЧЕСТВА

Е. М. Ларина

Научный руководитель - Терёхин М.Т., д.ф.-м.н., профессор

Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина

Пусть дана система дифференциальных уравнений вида

$$\dot{x} = A(t)x + B(t)u, \quad (1)$$

в которой x - двумерный вектор, u - скалярная величина - управление, $A(t)$, $B(t)$ - непрерывные на сегменте $[0,2]$ матрицы.

Пусть двумерная область D ограничена прямыми $\beta = k_1\alpha$, $\beta = k_2\alpha$, $0 < k_1 < k_2$, $\frac{\alpha}{\alpha_1} + \frac{\beta}{\beta_1} = 1$, $\frac{\alpha}{\alpha_2} + \frac{\beta}{\beta_2} = 1$, $0 < \alpha_1 < \alpha_2$, $0 < \beta_1 < \beta_2$.

Ставится задача - определить условие управляемости системы (1), то есть найти условие существования управления u , при котором система (1) имеет решение $x(t)$, удовлетворяющее условиям $x(0) = \gamma$, $x(2) = 0$, $\gamma = (\alpha, \beta)$

и доставляющее минимум функционалу $I = \int_0^2 xC(t)xdt$, $C(t)$ - 2×2 - известная и непрерывная на сегменте $[0,2]$ матрица.

Решение системы (1) определяется равенством

$$x(t) = X(t)\gamma + X(t) \int_0^t X^{-1}(\xi)B(\xi)u d\xi, \quad (2)$$

в котором $X(t)$, $X(0) = E$, E - единичная матрица, фундаментальная матрица системы $\dot{x} = A(t)x$. Следовательно, для того, чтобы существовало решение $x(t)$, удовлетворяющее равенствам $x(0) = \gamma$, $x(2) = 0$, необходимо и достаточно существование такого управления u , при котором

$$\text{colon}(\alpha, \beta) = -u \cdot \text{colon}(d_{11}, d_{21}), \quad (3)$$

где $\text{colon}(d_{11}, d_{21}) = \int_0^2 X^{-1}(t)B(t)dt$. Из равенства (3) следует, что $\alpha = -ud_{11}$,

$\beta = -ud_{21}$, $\beta = \alpha \frac{d_{21}}{d_{11}}$. Следовательно, если выполняется любое из неравенств

$\frac{d_{21}}{d_{11}} < k_1$, $\frac{d_{21}}{d_{11}} > k_2$, то система (1) неуправляемая.

Непосредственным вычислением устанавливается, что 1) существуют числа u_1, u_2 такие, что при любом $u \in [u_1, u_2]$ точка $\gamma = (\alpha, \beta) \in D$ (при любом $u \in [u_1, u_2]$ точки $\gamma = (\alpha, \beta) \in D$), 2) функционал I зависит только от u , определённом на сегменте $[u_1, u_2]$, точка u_0 , значение функционала I в которой является наименьшим, находится известными методами.

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ПАРАМЕТРОМ

С.И. Ромадина

Научный руководитель – Терёхин М.Т., д.ф.-м.н., профессор
Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

В докладе рассматривается система дифференциальных уравнений вида

$$\dot{x} = A(t)x + B(t)u \quad (1),$$

в которой x – n -мерный вектор, u – m -мерный вектор -параметр, $A(t), B(t)$ – непрерывные на множестве $(-\infty, \infty)$, 1-периодические матрицы.

Решением системы (1) определяется равенством

$$x(t) = X(t)\gamma + X(t) \int_0^t X^{-1}(\xi)B(\xi)u d\xi \quad (2),$$

где $X(t)$, $X(0) = E$, E – единичная матрица, фундаментальная матрица системы $\dot{x} = A(t)x$

Очевидно, что решение $x(t)$ системы (1) определено на множестве $(-\infty, \infty)$. Известно, что тогда и только тогда 1 - периодическое решение системы (1), когда $x(1) - x(0) = 0$.

Ставится задача - найти условия существования вектора γ и параметра u при которых система (1) имеет 1 - периодическое решение, то есть найти векторы γ и u , удовлетворяющие равенству

$$(X(1) - E)\gamma + X(1) \int_0^1 X(t)B(t)u dt = 0 \quad (3).$$

Исследуются все случаи разрешимости и неразрешимости системы (3), то есть все случаи существования и отсутствия 1 – периодических решений системы (1). Особое внимание уделено поиску условий существования ненулевого 1 – периодического решения системы (1).

Подробно рассмотрена задача о существовании 1 – периодического решения двумерной системы (1) в предположении, что начальное значение 1 – периодического решения γ принадлежащего наперед заданному замкнутому ограниченному множеству.

Библиографический список:

1. А.П. Карташев, Б.Л.Рождественский «Обыкновенные дифференциальные уравнения и основы вариационного исчисления». М.:Наука, 1980, 287с.

КРАЕВАЯ ДВУХТОЧЕЧНАЯ ПЕРИОДИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ПАРАМЕТРОМ

И.В. Смирнов

Научный руководитель – Терёхин М.Т., д.ф.-м.н., профессор
Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

Рассматривается система дифференциальных уравнений вида

$$\dot{x} = A(t)x + B(t, \lambda) + f(t, x, \lambda), \quad (1)$$

в которой x - n -мерный вектор, λ - m -мерный вектор – параметр, $A(t)$ и $B(t, \lambda)$ - $n \times n$ -мерные матрицы непрерывные соответственно на множествах $[0, \omega], [0, \omega] \times \Lambda(\delta_0)$ ω -периодические по t , на некотором множестве D вектор-функция $f(t, x, \lambda)$ определена, непрерывна, $f(t, x, \lambda) = f(t + \omega, x, \lambda)$, нелинейная относительно x .

Ставится задача: найти условия существования краевой двухточечной периодической задачи системы (1).

Предполагается, вектор-функцию $f(t, x, \lambda)$ можно представить в виде $f(t, x, \lambda) = B(t, \lambda)x + f_k(t, x, \lambda) + o(|z|^k)$, где $z = (x, \lambda)$, $|z| = \max\{|x|, |\lambda|\}$. Тогда справедливы следующие теоремы

Теорема 1 Решение $x(t, \alpha, \lambda)$, $x(0, \alpha, \lambda) = \alpha$ системы (1) представимо в виде

$$x(t, \alpha, \lambda) = X(t)\alpha + \bar{B}(t, \lambda) + o(|\alpha|), \quad (2)$$

где $X(t)$ - фундаментальная матрица системы (1), $\bar{B}(t, \lambda) = X(t) \int_0^t X^{-1}(\xi) B(\xi, \lambda) X(\xi) d\xi$, $\lim_{\alpha \rightarrow 0} \frac{o(|\alpha|)}{|\alpha|} = 0$.

Согласно определению решение $x(t, \alpha, \lambda)$ является периодическим, если $x(0, \alpha, \lambda) = x(\omega, \alpha, \lambda)$.

Можно убедиться, что для того, чтобы решение $x(t, \alpha, \lambda)$ было ω -периодическим необходимо и достаточно, чтобы существовали векторы α и λ , удовлетворяющие равенству

$$(X(\omega) - E)\alpha + (\bar{B}(\lambda) + o(|\alpha|))\alpha + o(|\alpha|) = 0, \quad (3)$$

Где $X(t)$ - фундаментальная матрица системы $\dot{x} = A(t)x$, E - единичная матрица, $\bar{B}(\lambda)$ - известная матрица.

Предполагая, что ранг матрицы $X(\omega) - E$ равен r и $0 < r < n$, то элементарными преобразованиями система (3) сведётся к системе:

$$\begin{cases} D\alpha + \varphi_k^*(\gamma) + o(|\gamma|^k) = 0 \\ \varphi_k^{**}(\gamma) + o(|\gamma|^k) = 0 \end{cases} \quad (4)$$

где $\varphi_k^*(\gamma)$ и $\varphi_k^{**}(\gamma)$ - вектор-формы порядка k относительно вектора $\gamma = (\rho, e)$, где $\rho > 0$ и $e \in E_{m+n}$.

Можно убедиться, что если для любого вектора $e \in E_{m+n}$ такого, что $|e| = 1$, $\text{colon}(D\alpha, \varphi_k^*(\gamma), \varphi_k^{**}(\gamma)) \neq 0$, то существует окрестность точки $\alpha = 0$, в которой нет точки с координатами (α, λ) , которая является начальным значением периодического решения системы (1).

Можно убедиться, что если существует вектор $e_0 \in E_{m+n}$ такой, что $|e_0| = 1$ и $\varphi_k^{**}(\gamma) = 0$, то будет существовать периодическое решение системы (1).

ДВУХТОЧЕЧНАЯ КРАЕВАЯ ЗАДАЧА НЕЛИНЕЙНОЙ УПРАВЛЯЕМОЙ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

А.О. Харламова

Научный руководитель – Терёхин М.Т., д.ф.-м.н., профессор
Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина

Рассматривается система дифференциальных уравнений

$$\dot{x} = A(t)x + B(t)u + S(t)\mu, \quad (1)$$

в которой x – n – мерный вектор, u – m – мерный вектор – управление, μ – k – мерный вектор внешних воздействий, $A(t)$, $B(t)$, $S(t)$ – непрерывные на сегменте $[0,1]$ матрицы.

Ставится задача – найти условия управляемости системы (1), то есть найти условия существования решения $x(t)$ системы (1), удовлетворяющие соотношениям $x(0)=x(1)=0$, $|u| + |\mu| \neq 0$.

Решение $x(t)$, $x(0)=0$, системы (1) представляются равенством [1]

$$x(t) = X(t) \cdot \int_0^t X^{-1}(\xi) \cdot (B(\xi) \cdot u + S(\xi) \cdot \mu) d\xi,$$

в котором $X(t)$ – фундаментальная матрица системы $\dot{x} = A(t)x$. Следовательно, система (1) управляема тогда и только тогда, когда существуют векторы u и μ , среди которых есть хотя бы один отличный от нуля, удовлетворяющие равенству

$$Cu + D\mu = 0, \quad (2)$$

в которой $C = \int_0^1 X^{-1}(t) \cdot B(t) dt$, $D = \int_0^1 X^{-1}(t) \cdot S(t) dt$.

В докладе будут рассмотрены все случаи существования (отсутствия) ненулевого решения системы (2) и, следовательно, все случаи управляемости (неуправляемости) системы (1).

Библиографический список

1. А. П. Карташев, Б. Л. Рождественский «Обыкновенные дифференциальные уравнения и основы вариационного исчисления» Москва «Наука», 1980г, 287 с.

О МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ В ЗАДАЧЕ ПАДЕНИЯ ТЕЛА

А.С. Силян

Научный руководитель - Быкова О.Г., к.т.н., доцент
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

Физика тесно связана с математикой: математика предоставляет аппарат, с помощью которого физические законы могут быть сформулирова-

ны. Для проведения исследований различных физических явлений очень часто используются математические модели.

Известная задача механики – расчет траектории падения камня в поле силы тяжести. При этом камень считается материальной точкой постоянной массы m , Земля – плоской. Этими предположениями из рассмотрения исключается ряд задач: нельзя рассчитать устойчивость полета планера, если не различать его верх и низ, как это делается для материальной точки, пренебречь взаимодействием его с воздухом, нельзя описать падение метеорита в атмосфере без учета изменения его массы,...

Уравнение, описывающее движение материальной точки в поле постоянной силы тяжести – второй закон Ньютона, имеет вид $\ddot{x} = \frac{1}{m} F$, x – положение точки в пространстве, F – действующая на точку сила, $\ddot{x}$ – второй дифференциал по времени t . Начальными данными являются положение точки $x(0)$ и начальная скорость $\dot{x}(0)$. Решение этого уравнения известно из курса физики – траектория описывается формулой $x(t) = x(0) + t \cdot \dot{x}(0) + \frac{t^2}{2} \cdot \frac{F}{m}$. Учет сопротивления воздуха падению тела требует решения уравнения, содержащего еще одно слагаемое в уравнении, которое делает невозможным точное решение. Получаем численное решение, используя формулу Эйлера.

Для наглядного представления рассмотрим конкретный случай.

Пусть тело массой 5 кг свободно падает с высоты 50 м. Коэффициент сопротивления воздуха возьмём равным $k=0,0001$, ускорение свободного падения $9,81 \text{ м/с}^2$. Сначала произведём расчёт без учёта сопротивления воздуха. В этом случае используются следующие формулы: $y = y_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$, $v = v_0 + at$, $v_0 = 0$, $a = g$. Положительное направление оси ОУ положим вертикально вверх. Вычисления произведём в Microsoft Excel.

Таблица 1.

	I	J	K	L
1	без сопротивления			
2	t	v	y	a
3	0	0	50	9,81
4	0,1	0,981	49,9019	9,81
5	0,2	1,962	49,7057	9,81

	I	J	K	L
34	3,1	30,411	1,3424	9,81
35	3,141	30,81321	0,079058	9,81
36	3,2	30,8034	-1,73794	9,81

Время падения $t \approx 3,141$.

Теперь рассмотрим решение этой задачи с учетом сопротивления воздуха. В этом случае $a \neq g$. Ускорение считается по следующей формуле

$a = \frac{mg - kv}{m}$, где k – коэффициент сопротивления воздуха, v – скорость тела в данный момент времени.

Таблица 2.

	A	B	C	D	E	F	G
1	с сопротивлением						
2	t	v	y	a	Δt	m	k
3	0	0	50	9,81	0,1	5	0,0001
4	0,1	0,981	49,9019	9,80998			
5	0,2	1,961998	49,7057	9,809961			

	A	B	C	D	E	F	G
34	3,1	30,41009	1,343373	9,809392			
35	3,141	30,81227	0,08007	9,809384			
36	3,2	31,39103	-1,79573	9,809372			

Как видно из таблицы, и в этом случае время падения $t \approx 3,141$ сек. Следовательно, влияние сопротивления воздуха столь мало, что им можно пренебречь.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что модель свободного падения материальной точки без учёта сопротивления воздуха является верной и может быть использована в решении задач.

Задача на падение тела с учётом его формы и размеров рассматривается.

ПРОГРАММА РАСЧЕТА ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ПЛИТЫ

И.А. Серов

Научный руководитель - Быкова О.Г., к.т.н., доцент

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

Плоские ребристые железобетонные перекрытия имеют широкое применение в горнотехнических, промышленных и гражданских зданиях и сооружениях. Они могут быть выполнены в монолитном, сборном и сборно-монолитном железобетоне. В настоящее время строительные конструкции промышленных и гражданских зданий выполняются в основном из сборного железобетона.

В задачу армирования и конструирования плиты входит выбор бетона, способа армирования, подбор диаметра и числа рабочих стержней. Набор возможных вариантов конструкции осуществляется за счет варьирования, как класса бетона, так и диаметра арматуры. Неоднократный просчет при варьировании компонентов конструкции, необходимый для получения оптимального по трудоемкости или стоимости варианта, затруднителен в силу своей громоздкости. Применение профессиональных пакетов скрывает расчет, поэтому при изучении самого метода расчета их не используют.

Поэтому разработана программа в среде программирования Delphi, производящая просчет для разных компонентов конструкции. Выполнение расчета армирования балочной плиты железобетонного перекрытия с использованием программы позволяет сместить внимание студентов с вычислительной составляющей расчета на смысловую, предоставляя возможность проанализировать полученный результат, наглядно оценить его, выбрать наиболее рациональное решение.

Расчет, производимый в соответствии с строительными правилами [1], сочетает вычисления по формулам и выбор необходимых коэффициентов из таблиц.

Исходными данными для расчета являются размеры плиты, нагрузка на плиту, покрытие плиты (рис. 1).

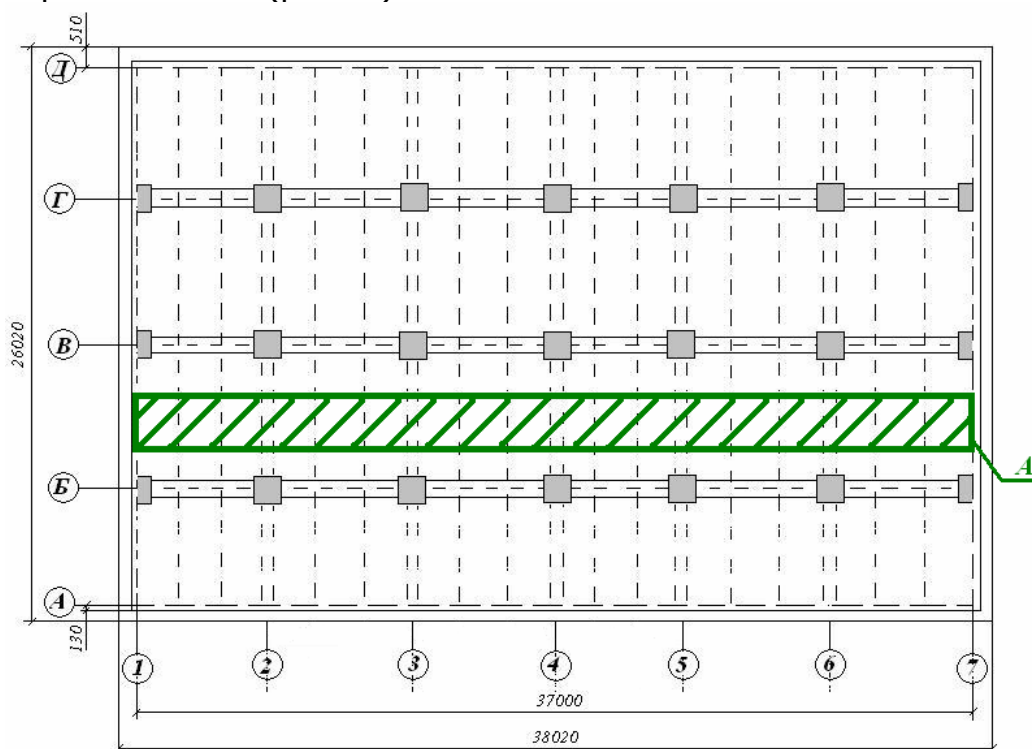


Рис.1. Вид плиты

Библиографический список

1. СНиП 2.03.01-84*. Бетонные и железобетонные конструкции Госстрой СССР - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 80 с.

РАСЧЕТ ПЛЫТЫ, НАГРУЖЕННОЙ СОСРЕДОТОЧЕННОЙ НАГРУЗКОЙ, В ПАКЕТЕ MATHCAD

А.И. Тхориков

Научный руководитель - Быкова О.Г., к.т.н., доцент

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

Задача проектировщика-строителя заключается в выборе механических характеристик сооружения по заданным нагрузкам. Межэтажные перекрытия рассчитываются как защемленные или свободно опертые плиты, нагруженные равномерно распределенной или сосредоточенной нагрузкой. Гражданские сооружения характеризуются небольшими размерами пролетов, которые перекрывают плиты, и равномерно распределенной нагрузкой. Для промышленных сооружений, в которых пролеты велики и нагрузка неравномерная, расчет ведется на сосредоточенную нагрузку, моделирующую размещение оборудования, станков, приборов. При этом требуется рассматривать несколько возможных вариантов размещения оборудования.

В классической строительной механике имеется решение данной задачи. Прогиб прямоугольной плиты (пластины) в декартовых координатах описывается бигармоническим уравнением $\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \cdot \frac{\partial^4 w}{\partial^2 x \partial^2 y} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = \frac{q}{D}$, где w – прогиб, q – приложенная нагрузка, D – цилиндрическая изгибная жесткость.

Известно решение для равномерно распределенной нагрузки и сосредоточенной. Особый интерес для студентов строительных специальностей представляет решение уравнения при нагрузке равномерно распределенной на некоторой прямоугольной области плиты (с центром в точке (ξ, ζ) и размерами a – вдоль оси абсцисс, b – вдоль оси ординат) – математическая модель установки оборудования, станка,.. в определенном месте рабочего помещения. Решение для прогиба плиты в такой постановке известно

$$w(x, y) = \frac{4q}{\pi^4 ab} \cdot \sum_n \sum_m \frac{\sin \frac{\pi m \xi}{a} \sin \frac{\pi n \eta}{b}}{\frac{m^2}{a^2} + \frac{n^2}{b^2}} \cdot \sin \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{b}, \text{ где суммирование производится по нечетным значениям } n \text{ и } m.$$

Выражения для изгибающего момента и поперечной силы находятся дифференцированием этого выражения.

В пакете математических расчетов Mathcad имеется возможность провести расчеты и визуализировать результаты. Прием анимации позволил представить характер смещений при разных вариантах исходных данных.

РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЯ ПУАССОНА В ТАБЛИЧНОМ ПРОЦЕССОРЕ MICROSOFT EXCEL

В.С. Ведров

Научный руководитель - Быкова О.Г., к.т.н., доцент

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

Одно и тоже явление может быть представлено различными физическими и математическими моделями. Модели могут быть грубыми и более точными и близкими к изучаемому процессу, допускающими аналитическое или численное решение. Природный пласт представляет собой пористую, трещиноватую твердую среду, содержащую различные жидкие и газообразные среды. В современных условиях процесс добычи нефти и газа происходит на больших глубинах в условиях высоких температур и давлений. С целью повышения нефтеотдачи применяется температурное воздействие на пласт. Для описания процессов теплопередачи в пласте используется уравнение теплопроводности. В стационарном случае процесс описывается уравнением Пуассона при наличии внешних воздействий и Лапласа при их отсутствии. В нестационарной постановке решается уравнение теплопроводности.

Одним из способов численного решения этих уравнений является метод конечных разностей, в котором производится аппроксимация производных конечными разностями. При этом определяется решение в отдельных точках заданной области, которые являются решениями системы линейных алгебраических уравнений, которое можно вычислить методом итерации. Это выполняется в табличном процессоре Microsoft Excel.

Рассматриваются случаи численного решения уравнения теплопроводности в табличном процессоре Microsoft Excel.

Рассматриваем решение задачи Дирихле, т.е. задачу отыскания функции, удовлетворяющей уравнению $\frac{\partial^2 U(x,y)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U(x,y)}{\partial y^2} = F(x,y)$ и принимающую на границе области, в которой ищем решение, т.е. при $x=a$, $x=b$, $y=c$, $y=d$, значения $U(x,y)|_{x=a} = f_1(y)$, $U(x,y)|_{x=b} = f_2(y)$, $U(x,y)|_{y=c} = f_3(x)$, $U(x,y)|_{y=d} = f_4(x)$.

Область интегрирования уравнения разбивается сеткой линий x_i , y_i ($i=1, 2, n-1$) с шагом по оси x и оси y . Частные производные в решаемом уравнении заменяют на конечные разности по формулам $\frac{\partial U(x,y)}{\partial x} \approx \frac{U(x+h,y)-U(x,y)}{h}$ и

$$\frac{\partial^2 U(x_0, y_0)}{\partial x^2} \approx \frac{1}{h^2} \cdot [U(x_0 - h, y_0) - 2 \cdot U(x_0, y_0) + U(x_0 + h, y_0)]$$

$$\frac{\partial^2 U(x_0, y_0)}{\partial y^2} \approx \frac{1}{h^2} \cdot [U(x_0, y_0 - h) - 2 \cdot U(x_0, y_0) + U(x_0, y_0 + h)]$$

Под-

ставляя эти выражения в уравнение Пуассона, получают разностные соотношения

$$U(x_i, y_i) = \frac{U(x_{i+1}, y_i) + U(x_{i-1}, y_i) + U(x_i, y_{i+1}) + U(x_i, y_{i-1}) - h^2 \cdot F(x_i, y_i)}{4} \quad \text{для } i=1, 2, n-1,$$

т.е. для определения значений функции в отдельных точках $u(x_i, y_j)$ получается система линейных алгебраических уравнений. В рассмотренном примере взяты граничные условия $U(x,y)_{x=0}=y^2$, $U(x,y)_{x=2}=y$ и $U(x,y)_{y=0}=x^2$, $U(x,y)_{y=2}=x$ для квадрата со стороной 2 и $F(x,y)=1/(x+0.5)$.

Решение приведено на рис. 1.

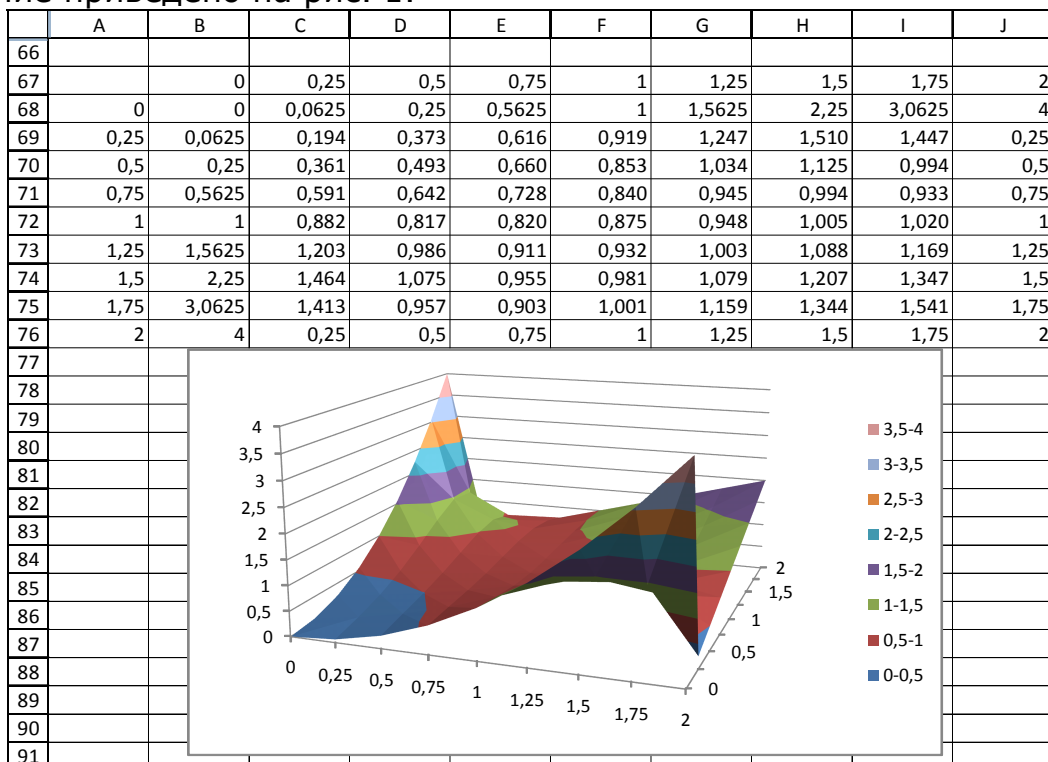


Рис. 1. Графическое представление решения

Полученное решение показывает, что табличный процессор Microsoft Excel возможно применять и для решения задачи Дирихле.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПИСАТЕЛЬНЫХ МЕТОДОВ SURVIVAL ANALYSIS ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ТЕНДЕНЦИЙ ПОВЕДЕНИЯ ОБЪЕКТОВ В УСЛОВИЯХ НЕПОЛНОТЫ ИНФОРМАЦИИ

Ю.С. Соколова

Научный руководитель – Демидова Л.А., д.т.н. , профессор
Рязанский государственный радиотехнический университет

Часто приходится прогнозировать поведение некоторой величины в условиях, когда продолжительность наблюдения ограничена во времени, а наблюдаемая величина представляет собой время до наступления некоторого критического события. Например, такие задачи возникают при прогнозировании времени, когда клиент перестает пользоваться услугами компании, изучении эффективности нового метода лечения, анализе надежности технического устройства (автомобиля, стиральной машины, электрической лампочки и т.п.), изучении «длительности» брака или интенсивности выбытия студентов из ВУЗа. В рассмотренных примерах в конце периода наблюдения для некоторых объектов критическое событие так и не наступает (клиент продолжает пользоваться услугами компании, студенты продолжают учебу), а дожидаться его наступления не представляется возможным (например, ждать, когда лампочка перегорит).

Для исследования подобных явлений предназначены *методы анализа выживаемости (Survival Analysis)*, которые позволяют изучать *неполные* или *цензурированные данные*, важной особенностью которых является учет и анализ данных даже по тем событиям, которые не имели место в указанный период, что позволяет получать более целостную картину изучаемого социального процесса [1].

Целью анализа выживаемости является определение *функции выживаемости*, представляющей собой вероятность того, что объект проживет время больше t . Пространство ответов Y , содержащее информацию о времени жизни у некоторого объекта, прошедшее после какого-то начального момента, может быть непрерывным или дискретным.

Объектом (наблюдением) может быть пациент, заемщик, клиент, для которого прогнозируется риск наступления события. Он находится под наблюдением и поэтому входит в группу риска: в любой отрезок времени с ним может наступить событие, при котором он выбывает из группы риска. В качестве события может рассматриваться смерть пациента, дефолт заемщика или отказ клиента от услуг, соответственно речь идет о риске того, что пациент в рассматриваемый период умрет, не сможет платить по кредиту, перестанет пользоваться услугами компании.

Для случайной величины η (время жизни объекта) со значениями в Y определена функция распределения [3]:

$$F(t) = P\{\eta < t\}.$$

В отличие от статистического анализа при анализе выживаемости вместо функции распределения F и плотности p обычно применяют функцию выживаемости (*survival function*) [3]:

$$S(t) = 1 - F(t) = P\{\eta \geq t\},$$

равную вероятности выжить к моменту t , и риск (*hazard*) [3]:

$$h(t) = \frac{p(t)}{S(t)} = \frac{p(\eta)}{P\{\eta \geq t\}} = p(\eta = t | \eta \geq t),$$

равный вероятности погибнуть в момент времени t при условии, что до него дожили.

На рис. 1 приведен пример построения кривой выживаемости для двух объектов наблюдения [2]. Выживаемость $S(t)$ – неотрицательная функция, начинающаяся с единицы и монотонно невозрастающая. Горизонтальная ось показывает время до наступления события. Ступеньки кривой выживаемости соответствуют заданным интервалам. Вертикальная ось показывает вероятность выживаемости $S(t)$. Таким образом, каждая точка на кривой выживаемости показывает вероятность того, что объект наблюдения «переживет» рассматриваемый отрезок времени.

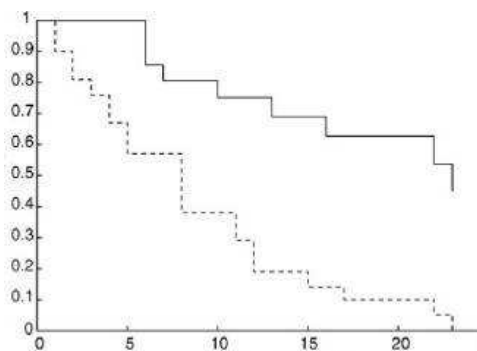


Рис.1. Кривые выживаемости

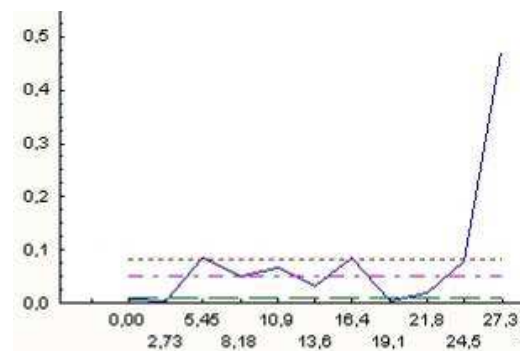


Рис.2. Графики функций риска

На рис. 2. построены графики функций риска [2]. На нем достаточно наглядно показано, что у трех объектов наблюдения риск смерти остается стабильным и достаточно низким, а у четвертого объекта риск смерти колеблется и спустя некоторое время начинает возрастать. Следует заметить, что именно функция риска используется для прогностических целей.

В докладе рассматриваются описательные методы исследования цензурированных данных: построение таблиц времен жизни и оценивание функции выживания с помощью процедуры Каплана-Мейера, а также выполняется их сравнительный анализ.

Библиографический список

1. Боровиков В. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2003. – 688 с.
2. <http://www.hr-portal.ru/statistica/gl14/gl14.php#1>
3. <http://www.recognition.mccme.ru/pub/RecognitionLab.html/survival.pdf>

ИССЛЕДОВАНИЕ УПРАВЛЯЕМОСТИ СИСТЕМ, ОПИСЫВАЕМЫХ ЛИНЕЙНЫМИ СИСТЕМАМИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ПЕРЕМЕННЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ

И.С. Потапова

**Рязанский государственный медицинский университет
имени И.П. Павлова**

Научный руководитель – Терехин М.Т., д.ф.-м.н., профессор

Исследуются управляемые системы, описываемые линейными системами дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами.

Задачей исследования является определение условий существования управления линейной системы и построение фундаментальной матрицы системы дифференциальных уравнений.

Особый интерес представляет проблема разработки методов исследования управляемости систем, динамика которых описывается системами дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами. Рассматривается случай линейной системы с переменными коэффициентами, изучаются вопросы вполне и δ -управляемости.

Рассматривается задача управляемости многосекторной экономической системы, определяются условия существования управления, при котором экономическая система с заранее заданными начальными объемами производственных фондов за определенный промежуток времени достигает запланированных объемов производственных фондов или запланированного уровня потребления.

Исследуется система дифференциальных уравнений

$$\dot{x} = A(t)x + B(t)u, \quad (1)$$

в которой

$$x(t) = (x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)),$$

$$A(t) = (a_{ij}(t))_1^n,$$

$$B(t) = (b_{ij}(t))_{11}^{nm},$$

$u(t) = (u_1(t), u_2(t), \dots, u_m(t))$ – вектор управления системой.

Ставятся задачи:

1) найти управление $u(\cdot) \in U$, при котором для любых наперед заданных векторов α и β линейная система дифференциальных уравнений (1) имеет решение $x(t, \alpha, u(\cdot))$, $x(0, \alpha, u(\cdot)) = \alpha$, удовлетворяющее равенству $x(T, \alpha, u(\cdot)) = \beta$;

2) найти управление $u(\cdot) \in U$, при котором линейная система дифференциальных уравнений (1) имеет решение $x(t, \alpha, u(\cdot))$, $x(0, \alpha, u(\cdot)) = \alpha$, удовлетворяющее равенству

$$\int_0^T G(t)x(t, \alpha, u(\cdot))dt = \delta, \quad (2)$$

δ – q -мерный наперед заданный постоянный вектор.

Множество управлений определено равенством:

$$U = \{u(\cdot) \in C_{[0,T]} : u(t) = R(t)v\} \quad (3)$$

$$R(t) = (r_{ij}(t))_{11}^{mn},$$

$$R(t) = \sum_{\lambda=1}^k R_{\lambda} \varphi_{\lambda}(t),$$

$$R_{\lambda} = (r_{ij}^{(\lambda)})_{11}^{mn},$$

$r_{ij}^{(\lambda)}$ – действительные числа, при любом $\lambda \in \overline{1, k}$ $\varphi_{\lambda}(t)$ – известная функция, определенная и непрерывная на сегменте $[0, T]$, v – n -мерный постоянный вектор.

Определены необходимые и достаточные условия вполне и δ -управляемости соответственно системы дифференциальных уравнений. Сформулированы и доказаны теоремы, определяющие необходимые и достаточные условия вполне и δ -управляемости линейных систем дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами.

Секция 3
Телекоммуникационные технологии

**АЛГОРИТМ НЕЙРОСЕТЕВОЙ ОБРАБОТКИ РЕЧЕВЫХ ДАННЫХ
ДЛЯ НИЗКОСКОРОСТНЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ**

А.П. Рыжков

Научный руководитель – Афанасьев А. А., к.т.н.

Академия ФСО России

Анализируя методы низкоскоростного кодирования речи, нельзя не отметить роль метода линейного предсказания в современной технике. В гибридных кодерах осуществляется анализ сигнала ошибки линейного предсказания с целью генерации сигналов возбуждения фильтра-синтезатора. Известно, что сигнал остатка предсказания является наилучшим сигналом возбуждения синтезирующего фильтра липредера [1]. Для эффективного представления сигнала возбуждения в таких устройствах используются различные подходы к снижению информативной избыточности. Общим недостатком является значительное расходование информационного ресурса на представление сигнала возбуждения и параметров передаточной функции голосового тракта при их передаче по каналу связи и относительно высокая скорость передачи данных [2].

Возможности нейронных сетей позволяют решить данную проблему, заменив процедуру синтеза сигнала возбуждения на приемной стороне процедурой его идентификации. Нелинейные зависимости между остатком линейного предсказания и параметрами, описывающими передаточную функцию голосового тракта, которые являются параметрами модели синтеза речи в вокодере с линейным предсказанием, можно использовать для понижения скорости передачи информационного потока по каналу связи, применяя на стороне анализа и синтеза специальным образом обученные нейронные сети, предназначенные для решения задачи идентификации соответствующего сигнала возбуждения. Их присутствие между параметрами, описывающими передаточную функцию голосового тракта на участке квазистационарности, и соответствующего сигнала возбуждения объясняется особенностями постановки и решения обратной задачи при цифровом спектральном анализе для фиксированного порядка формирующего фильтра.

При анализе сегмента речевого сигнала на передающей стороне создается вектор параметров описывающих передаточную функцию голосового тракта и вектор сигнала ошибки линейного предсказания. Данные вектора подаются на предварительно обученные нейронные сети RBF, которые выполняют функцию классификации входных сигналов, причем как для векторов остатка линейного предсказания, так и для векторов параметров описывающих передаточную функцию голосового тракта создаются отдельные нейронные сети одинаковой размерности слоев [3]. Предварительная настройка весовых коэффициентов нейронных сетей производится методом «обучения с учителем» [4]. В ходе процесса классификации устанавливается однозначная взаимосвязь между кластерами векторов остатка линейного предсказания и кластерами векторов параметров голосового тракта для каждого сегмента речевого сигнала. По каналу связи передаются только параметры модели синтеза, коэффициент усиления и данные, характеризующие кодируемый речевой сигнал. Для формирования сигнала

возбуждения в вокодере на основе линейного предсказания на приеме из кадра передачи выделяют параметры для синтезирующего фильтра, содержащие информацию о параметрах голосового тракта, данных речевого сигнала, а также значение коэффициента усиления сигнала возбуждения. По данным параметрам обученная нейронная сеть RBF выделяет соответствующий им класс сигналов возбуждения, т. е. сигнала остатка линейного предсказания. Извлеченный при помощи нейронной сети сигнал возбуждения используют в синтезирующем фильтре липредера для формирования цифрового речевого сигнала на участке квазистационарности (рис. 1).

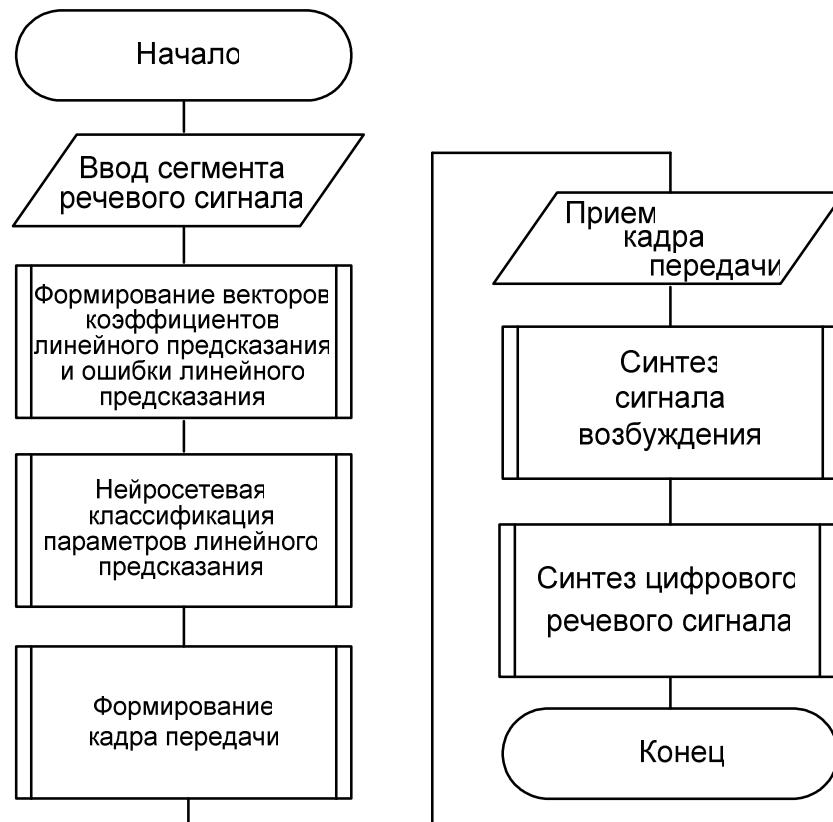


Рис. 1. Блок-схема алгоритма передачи речи

К достоинствам следует отнести тот факт, что устранение из кадра передачи информации о сигнале возбуждения позволяет значительно снизить скорость передачи данных в канале связи, а также уменьшить вычислительную сложность алгоритма кодирования речевого сигнала на передающей стороне.

Библиографический список

1. Марпл-мл. С. Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения: пер. с англ. – М. : Мир, 1990. – 584 с.: ил.
2. Быков С. Ф. Цифровая телефония / В. Журавлев, И. Шалимов – М. : Радио и связь, 2003. – 144 с.: ил.
3. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации – М. : Финансы и статистика, 2002. – 344 с.
4. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание. : пер. с англ. – М. : Изд. дом "Вильямс", 2006.– 1 104 с.: ил.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РЯДА КОТЕЛЬНИКОВА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ГАРМОНИЧЕСКОГО СИГНАЛА ПРИ МАЛОМ ЧИСЛЕ ОТСЧЕТОВ

А.А. Руфов

Научный руководитель - Поздняков А.Д., д.т.н., профессор

Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых

Современные методы алгоритмических измерений базируются на аналого-цифровом преобразовании исследуемых сигналов. Путем математической обработки массива отсчетов мгновенных значений получают информацию о характеристиках, как самого сигнала, так и об устройствах, через которые он прошел.

Получают развитие виртуальные приборы, работающие с математическими моделями сигналов на основе преобразований Фурье, Уолша, Гильберта, Котельникова и других. Разнообразие алгоритмических измерений предполагает поиск оптимальных сфер их применения. Исходя из этого, особую актуальность среди прочих задач обработки сигналов при их передаче по радиоканалам связи приобретают методы обработки, а также восстановление передаваемых сигналов с малыми искажениями.

Основной задачей данного исследования является моделирование метода обработки непрерывных сигналов, основанного на преобразовании Котельникова, с последующей оценкой среднеквадратического значения восстановленного сигнала. Особенно интересен вопрос применимости данного метода для восстановления коротких реализаций сигнала при малом числе отсчетов на период, когда метод с использованием преобразования Фурье практически не работает.

Любое непрерывное сообщение, которое занимает конечный интервал времени, может быть передано достаточно точно конечным числом отсчетов или выборок или, иными словами, последовательностью коротких импульсов, разделенных паузой.

Дискретизация таких сообщений по времени - это процедура, состоящая в замене несчетного множества мгновенных значений сигнала их счетным (дискретным) множеством, которое содержит информацию о значениях непрерывного сигнала в определенные моменты времени.

Рассматриваемый в данной статье метод восстановления гармонического сигнала основан на теореме В.А. Котельникова, сформулированной для сигналов с ограниченным спектром.

Для корректного восстановления гармонического сигнала с малой величиной погрешности нет необходимости передавать все значения функции гармонического сигнала, а достаточно передавать лишь некоторые значения функции в момент отсчета, через равные интервалы.

При дискретизации периодического сигнала получаем массив отсчетов с постоянным шагом оцифровки. На языке программирования Delphi 7 была создана компьютерная модель, демонстрирующая процесс дискретизации и восстановления непрерывного сигнала. При помощи созданной компьютерной программы можно оценить погрешность определения среднеквадратического значения (СКЗ) сигнала, задавая при этом: число периодов, метод

интегрирования (Симпсона, трапеций или Ромберга), начальную фазу сигнала, уровень и начальную фазу второй гармоники, уровень шума, влияние окон (Харриса, Ханна и др.), отношение частот сигнала и дискретизации, выбор типа модуляции (амплитудная, частотная или фазовая).

Восстановленный сигнал тем точнее, чем больше число дискретных отсчетов на период и чем больше количество периодов. Для корректного восстановления непрерывного сигнала с допустимой погрешностью порядка 1-2 % достаточно трех-четырех отсчетов на один период. При увеличении числа периодов и числа отсчетов на период до пяти погрешность определения СКЗ на среднем периоде снижается до 0,01 - 0,05%.

Таким образом, применение ряда Котельникова позволяет существенно снизить погрешности оценки СКЗ восстановленного сигнала и может быть применимо там, где метод Фурье практически не работает.

Таким образом:

1. Вычислительные методы восстановления сигнала и измерения СКЗ обеспечивают достаточные для практического применения точностные характеристики. Параметры обработки непрерывных сигналов определяются непосредственно как измерительной задачей, так и видом самого сигнала.

2. Существенно лучшие результаты проявляются для большего числа отсчетов, приходящихся на период, хотя достаточно корректное и точное восстановление непрерывного сигнала может быть достигнуто даже при малом (и необязательно целом) числе отсчетов на период.

3. Данный метод восстановления работает при очень малом объеме выборки, когда метод Фурье практически не применим или работает с высокой погрешностью.

ПРИМЕНЕНИЕ МАКСИМАЛЬНО ПРАВДОПОДОБНОГО ОЦЕНИВАНИЯ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ РАЗМЕРНОСТИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

А.Ю. Паршин

Научный руководитель – Паршин Ю.Н., д.т.н., профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет

Обнаружение, идентификация и измерение координат неподвижных и подвижных наземных объектов на фоне подстилающей поверхности является одной из актуальных и трудных задач современной радиолокации [1]. Одним из новых направлений является разработка методов обнаружения и распознавания объектов на фоне земной и морской поверхности на основе фрактальных характеристик [2]. Данный подход основан на принципе самоподобия и дробной меры природных процессов и объектов, а также связанных с ними сигналов. Целью тематической обработки радиолокационных изображений является извлечение из материалов радиолокационной съемки информации об объекте съемки для ее использования. Теория фракталов используется при описании различных типов подстилающих поверхностей на изображении: они рассматриваются как объединение областей, характеризующихся конкретным дробным числом.

На основе сравнения различных определений понятия размерности физических объектов [3]: емкость, информационная размерность, корреляци-

онная размерность для характеристики фрактальных свойств объектов принята корреляционная размерность, имеющая вычислительные преимущества при наблюдении упорядоченных во времени или пространстве данных. Формальное математическое определение корреляционной размерности дано в работе [4] и базируется на корреляционном интеграле

$C_n(r) = \frac{2}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n \sum_{j<i}^n H(r - \|\mathbf{x}_i - \mathbf{x}_j\|_T)$. При наблюдении выборки последовательности n векторов $\{\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{x}_n\}$ корреляционная размерность определяется [5] как двойной предел $D = \lim_{r \rightarrow 0} \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\log C_n(r)}{\log r}$.

Постоянное значение в диапазоне масштабов корреляционной размерности означает, что корреляционный интеграл подчиняется степенному закону: $C(r) \approx r^D$. Аппроксимация расстояний между случайными величинами со степенным законом распределения позволяет получить алгоритм оценивания, обладающей достаточно высокой вычислительной эффективностью.

Исследована максимально правдоподобная (МП) оценка корреляционной размерности, предложенная в работах [6, 7] и основанная на предположении, что корреляционный интеграл вычисляется для независимых случайных расстояний, подчиняющихся степенному закону распределения вероятностей. Так как полученная многомерная плотность распределения вероятностей $w(\mathbf{x}, D) = \prod_{i=1}^M w(x_i) = \prod_{i=1}^M D \times x_i^{D-1}$ является также функцией неизвестной размерности D , то она является функцией правдоподобия. Оценка максимального правдоподобия корреляционной размерности равна $\hat{D} = -\frac{M}{\sum_{i=1}^M \ln x_i}$, а

нижняя граница дисперсии ошибки определяется неравенством Рао-Крамера $D_{\text{RK}} = \frac{D^2}{M}$

Для коррекции нелинейности корреляционного интеграла используется усечение исходных данных. При этом доказано, что при усечении данных сверху, выражение для оценки максимального правдоподобия, граница Рао-Крамера и смещение оценки, полученные для $\beta = 1$, будут справедливы также и для $\beta < 1$ с учетом нового объема наблюдаемых данных M_1 , где β - параметр усечения. При усечении снизу выражения меняют вид с учетом параметра усечения и смещения. Показано, что МП алгоритм оценивания непосредственно осуществляет ослабление наименее надежных отсчетов в анализируемой выборке и не требует специального ограничения диапазона масштабов снизу. Методом моделирования установлено, что МП оценки корреляционной размерности являются асимптотически состоятельными и несмещенными.

Обнаружение объектов по радиолокационному изображению требует перевода данных двумерного изображения в числовой ряд. При этом выполнять обработку можно как всего изображения сразу, так и в пределах условной единичной площади. Для перевода изображения в числовой ряд

предложены различные методы считывания: построчное считывание в горизонтальной плоскости, построчное считывание в вертикальной плоскости, последовательное считывание в горизонтальной, а затем в вертикальной плоскости, считывание по спирали. В результате анализа тестовых радиолокационных изображений земной поверхности установлена зависимость качества фрактальной обработки от размера окна и способа считывания.

Библиографический список

1. Сосулин Ю.Г. Теория обнаружения и оценивания стохастических сигналов. – М.: Советское радио, 1978. – 320 с.
2. Потапов А.А. Фракталы в радиофизике и радиолокации: топология выборки. – М.: Университетская книга, 2005. – 847 с.
3. Паркер Т.С., Чжуа Л. О. Введение в теорию хаотических систем для инженеров // ТИИЭР, 1987, Т. 75, № 8. С. 6-40.
4. Culter C.D. A review of the theory and estimation of fractal dimension // Nonlinear time series and chaos, v.1. Dimension estimation and models, 1993. P. 1-107.
5. Grassberger P., Procaccia I. Characterization of strange attractors // Physical Review Letters, V.50, 1983. P.346-349.
6. Pisarenko D. V., Pisarenko V.F. Statistical estimation of the correlation dimension // Physics Letters, A(197), 1995. P.31-39.
7. Luciana De Luca, Dario Luzio, Massimo Vitale. A ML Estimator of the Correlation Dimension for Left-Hand Truncated Data Samples // Pure and applied geophysics, V.159, № 11-12, 2002. P. 2789-2803

СНИЖЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЗАТРАТ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЧАСТИЧНОЙ АДАПТАЦИИ ФАЗИРОВАННОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ РЛС

Е.С. Штрунова

Научный руководитель – Кошелев В.И., д.т.н., профессор
Рязанский государственный радиотехнический университет

Перспективным способом защиты радиолокационной системы (РЛС) от активных шумовых помех (АШП), действующих из вынесенной точки пространства, является адаптивное формирование нулей диаграммы направленности (ДН) фазированной антенной решетки (ФАР) в направлении источников АШП и основного лепестка ДН в направлении на цель.

В связи с использованием в РЛС крупноапертурных ФАР возникают трудности практической реализации пространственных алгоритмов защиты РЛС из-за необходимости обращения корреляционной матрицы (КМ) АШП большой размерности. Применение адаптации с предварительным формированием лучей связано с использованием диаграммообразующего преобразования, что удорожает конструкцию ФАР, поэтому предпочтительным является адаптация с управлением лишь частью элементов. При таком способе адаптации важно определить количество и расположение элементов ФАР, которыми следует управлять, чтобы получить наилучшую эффективность (при принятых ограничениях на число управляемых элементов).

Рассматриваемые алгоритмы защиты РЛС на фоне АШП включают вычисление вектора весовых коэффициентов (ВВК), определяющего амплитудно-

фазовое распределение (АФР) поля на раскрытие ФАР. С точки зрения качества обнаружения цели его целесообразно проводить по критерию максимума коэффициента улучшения (КУ) отношения сигнал-(АШП+шум) (ОСПШ) [1], который для оптимального алгоритма защиты имеет вид:

$$\mu_{\text{opt}}(\mathbf{W}) = \frac{\sum_{i=0}^{N-1} \sum_{k=0}^{N-1} w_i w_k \rho_c(i, k)}{\sum_{i=0}^{N-1} \sum_{k=0}^{N-1} w_i w_k \rho_{\text{пш}}(i, k)} = \mathbf{W}^H \mathbf{R}_c \mathbf{W} / \mathbf{W}^H \mathbf{R}_{\text{пш}} \mathbf{W}, \quad (1)$$

где $\mathbf{W}$ – комплексный N -мерный ВВК $\mathbf{W} = (w_0, w_1, \dots, w_{N-1})^T$; $\mathbf{R}_c, \mathbf{R}_{\text{пш}}$ – межканальные КМ сигнала и аддитивной смеси АШП и шума соответственно размерностью $N \times N$, H – знак эрмитова сопряжения (транспонирование и комплексное сопряжение), N – количество элементов ФАР.

При определении ВВК в условиях априорной неопределенности помеховой ситуации в соответствии с адаптивным байесовским подходом необходима замена неизвестной КМ помех $\mathbf{R}_{\text{пш}}$ ее оценкой $\hat{\mathbf{R}}_{\text{пш}}$. При этом собственные числа и собственные векторы матрицы $\mathbf{R}_{\text{вх}} = \hat{\mathbf{R}}_{\text{пш}}^{-1} \mathbf{R}_c$ находятся из характеристического уравнения степени N и системы N линейных уравнений соответственно: $\det\{\mathbf{R}_{\text{вх}} - \mu \mathbf{I}\} = 0$, $\mathbf{R}_{\text{вх}} \mathbf{W} = \mu \mathbf{W}$.

Способ имеет трудности при практической реализации, связанные с большим объемом вычислительных операций, затрачиваемых на обращение КМ помехи [1].

Задача частичной адаптации с регулированием части элементов сводится к условной оптимизации функционала. Учитывая то, что наибольшее влияние на формирование ДН плоской ФАР при действии АШП из вынесенной точки пространства имеет подстройка угловых элементов ФАР [2] и возможность факторизации множителя решетки, функция Лагранжа для линейной ФАР примет вид: $\mu_{\text{част}} = \mathbf{W}^H \mathbf{R}_{\text{вх}} \mathbf{W} - \mathbf{M}^T (\mathbf{W} - \mathbf{W}_{\text{const}})$, где $\mathbf{M}$ – вектор-столбец, состоящий из множителей Лагранжа $\mathbf{M} = (0, \mu, \dots, \mu, 0)^T$; $\mathbf{W} = \mathbf{W}_{\text{const}}$ – условие ограничения, $\mathbf{W}_{\text{const}} = (0, w_{1\text{const}}, \dots, w_{N-2\text{const}}, 0)^T$, $w_{1\text{const}}, \dots, w_{N-2\text{const}}$ – постоянные весовые коэффициенты.

Оптимальный ВВК определяется в этом случае из системы через неизменные коэффициенты $w_{1\text{const}}, \dots, w_{N-2\text{const}}$: $2\mathbf{R}_{\text{вх}} \mathbf{W} - \mathbf{M} = 0$.

Учитывая свойство эрмитовости оценочной КМ помехи, объем вычислительных операций при реализации алгоритмов защиты в условиях априорной неопределенности параметров помех составляет:

1) $V = 0,5MN(N+1) + N^2(1,5N+2)$ комплексных умножений (КУ) – для оптимального алгоритма при непосредственном обращении КМ помехи, где M – количество выборок, $M \approx 2N$;

2) $V = 0,5MN(N+1) + (N-m)^2(1,5(N-m)+2)$ КУ – для алгоритма с управлением $(N-m)$ элементами, где m – количество постоянных весовых коэффициентов.

При применении частичной адаптации отношение общего количества степеней свободы ФАР к адаптивным доходит до 50:1. Поэтому применение частичной адаптации с регулированием части элементов позволяет сократить количество вычислительных операций в 2,5 раза по сравнению с полной адаптацией ФАР.

Библиографический список

1. Монзинго Р.А., Миллер Т.У. Адаптивные антенные решетки. Введение в теорию / пер. с англ. под ред. В.А. Лексаченко. – М.: Радио и связь, 1986. – 446 с.

2. Штрунова Е.С. Влияние расположения управляющих элементов частично адаптивной ФАР на эффективность алгоритмов защиты РЛС от активных шумовых помех // Методы и устройства обработки сигналов в радиотехнических системах: межвуз. сб. научн. тр. – Вып. 6. – Рязань: РГРТУ, 2012. – С. 110-114.

Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 годы» Госконтракт № 14.740.11.0400

ОЦЕНКА ОТНОШЕНИЯ СИГНАЛ-ШУМ НЕЭТАЛОННЫМИ МЕТРИКАМИ ДЛЯ QAM СИГНАЛОВ

С.А.Юдкин

Научный руководитель – А.Л.Приоров, д.т.н., доцент

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Для цифровых сигналов естественными мерами качества являются E_b/N_0 и E_s/N_0 , показывающие соответственно отношения энергии бита или символа к спектральной плотности мощности. Однако они почти никак не характеризуют отдельные виды сигналов, в частности квадратурные, хотя формально применимы и используются на практике. Естественной мерой искажения квадратурных сигналов является мера отклонения точек созвездия от оригинальных положений. Существует три наиболее распространённые метрики, описывающие такие искажения, – это EVM (Error Vector Magnitude), WQF (Waveform Quality Factor), MER (Modulation Error Ratio). Приведенные метрики связаны между собой и могут быть однозначно вычислены одна из другой. Изначально данные метрики были предназначены лишь для использования в передатчиках, т.к. подразумевают, что исходный сигнал известен. Однако сейчас эти метрики используются также для тестирования каналов и приемников. Наиболее интересен случай, когда оригинальное сигнальное созвездие не известно и приемник пытается сам его восстановить. Таким образом, метрики можно разделить на эталонные (передаваемый сигнал известен) и неэталонные (передаваемый сигнал неизвестен).

$$MER = 10 \log \frac{P_{transmitter}}{P_{noise}},$$

$$RMER = 10 \log \frac{P_{receiver}}{P_{noise}};$$

Здесь, MER – эталонная метрика, RMER – неэталонная метрика, $P_{transmitter}$ – средняя мощность оригинального(переданного) созвездия, $P_{receiver}$ – средняя мощность восстановленного после детектирования в приёмнике созвездия, P_{noise} – средняя мощность помехи.

Теперь, если посмотреть на поведение эталонной и неэталонной метрики при изменении отношения сигнал-шум в канале, например для 256-QAM, можно увидеть следующее:

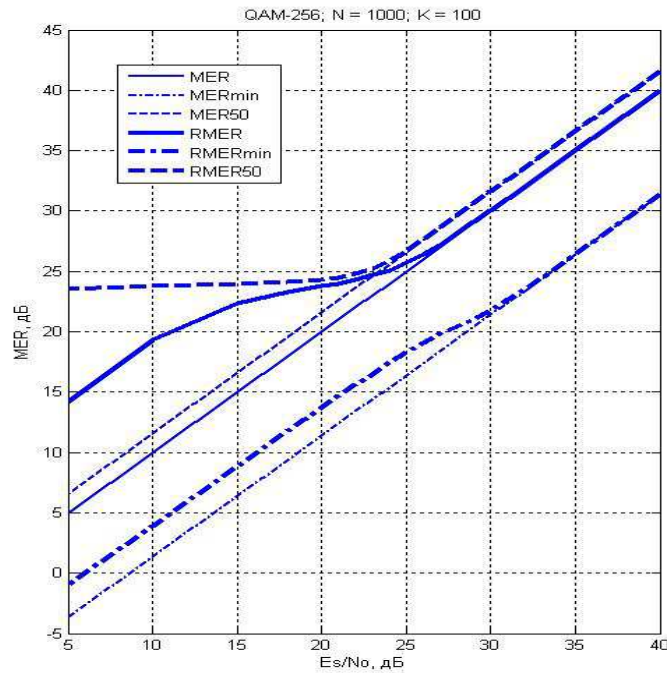


Рис.1. Зависимость MER и RMER от E_s/N_0

Наблюдается тенденция к завышению неэталонной метрики по сравнению с эталонной при уменьшении отношения сигнал-шум, но при этом видно взаимно однозначное соответствие двух этих функций. Замечательный фактом является то, что значение MER равняется отношению E_s/N_0 .

Для определения отношения сигнал-шум на приемной стороне необходимо провести отображение функции $RMER(E_s/N_0)$ в $MER(E_s/N_0)$. Для этого функция $RMER$ аппроксимируется полиномом n -ой степени с помощью метода наименьших квадратов (МНК). После остаётся только оценить погрешность метода, возникающую из-за конечности членов полинома и количества числа бит, анализируемых для вычисления $RMER$.

На приеме происходит вычисление значения $RMER$, которое затем подставляется в полином и высчитывается значение MER , которое в свою очередь равняется E_s/N_0 .

Нужно сказать, что количество членов полинома для обеспечения заданной погрешности метода зависит от типа модуляции, т.е для модуляции меньшего порядка, например 4-QAM, степень полинома будет меньше, чем для модуляции 16,64,256-QAM.

Одним из главных преимуществ данного метода по оценке отношения сигнал-шум является то, что точность этой оценки практически не зависит от количества анализируемого числа бит, когда их количество больше 10 000. Это сравнительно небольшое для анализа число бит помогает адекватно отслеживать меняющееся состояние канала. Причем биты, которые подлежат анализу, не являются искусственно встраиваемыми в сигнал на передающей стороне, а являются информационными. Таким образом, происходит выигрыш в скорости передачи.

АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ПОДВИЖНОГО ИСТОЧНИКА РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ

Л.В. Чинь

Научный руководитель - Паршин Ю.Н., д.т.н., профессор
Рязанский государственный радиотехнический университет

Для определения местоположения объектов, являющихся носителями источника радиоизлучения, в пассивной радиотехнической системе используются методы, гиперболический (TDOA), разностно-доплеровский (FDOA), триангуляционный (AOA) [1-3]. Гиперболический метод основан на измерении разностей расстояний от источника радиоизлучения до пунктов приема. Эти разности определяются путем измерения относительных временных задержек сигналов, принимаемых в разнесенных пунктах приема. Для измерения трех пространственных координат необходимо знать результаты независимых измерений трех разностей расстояний, для чего требуется как минимум четыре пункта приема [4].

В докладе представляется разработка гиперболического алгоритма для определения координат подвижных источников радиоизлучения в пространстве с использованием двух подвижных пунктов приема. Проводится анализ точности определения местоположения источников радиоизлучения в зависимости от числа точек измерения, погрешности измерения разности расстояния, а также от динамики движения подвижного пункта приема в некоторых случаях например, неподвижный объект, равномерное движение объекта, криволинейно-ускоренное движение объекта.

Рассмотренные примеры движения объекта позволяют заключить, что для достижения минимальной ошибки определения параметров движения объекта необходимо выбирать порядок полинома аппроксимации равным удвоенной степени уравнения движения приемного пункта. Разработанный с учетом данного условия алгоритм определения координат источника радиоизлучения имеет небольшую вычислительную сложность, позволяет определять координаты на непрерывном отрезке траектории, а также динамические параметры движения. Для устранения этих недостатков возможна модификация предложенного метода путем оптимизация пространственной структуры измерений, а также применения методов статистического синтеза.

Библиографический список

1. Черняк В.С. Многопозиционная радиолокация. - М.: Радио и связь, 1993.
2. Du H.J. и Lee P.Y. Simulation of Multi-Platform Geolocation using a Hybrid TDOA/AOA Method. Defence R&D Canada Ottawa - December 2004.
3. Fang B.T. Simple Solutions for Hyperbolic and Related Position Fixes. IEEE Transactions on aerospace and electronic systems Vol. 26, No. 5 September, 1990, P.748-753.
4. Кондратьев В.С., Котов А.Ф., Марков Л.Н. Многопозиционные радиотехнические системы. - М.: Радио и связь, 1986.

АНАЛИЗ И СИНТЕЗ МОДЕЛЕЙ ОПТИМАЛЬНЫХ ОБНАРУЖИТЕЛЕЙ ДЕТЕРМИНИРОВАННЫХ СИГНАЛОВ НА ФОНЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-КОРРЕЛИРОВАННЫХ ПОМЕХ В МІМО РЛС

П.В. Комиссаров

Научный руководитель – Паршин Ю.Н., д.т.н., профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет

Оптимальное обнаружение сигналов для любого типа РЛС сводится к расчёту достаточной статистики на основе выбранного критерия оптимальности и её сравнении с порогом. В результате сравнения решается вопрос о наличии или отсутствии цели в элементе разрешения РЛС [1]. Не является исключением и МІМО РЛС. МІМО (Multiple-Input Multiple-Output) РЛС – многопозиционная РЛС (МПРЛС) с m передающими и l приёмными позициями [2]. Основным отличием МІМО РЛС от МПРЛС является использование ортогональных сигналов и ненаправленных антенн.

Синтез оптимальных обнаружителей в МІМО РЛС производится по критерию отношения правдоподобия (ОП). Логарифм ОП при действии гауссовских помех $\boldsymbol{\eta}$ имеет вид [3]:

$$\ln \Lambda(\mathbf{y}) = z(\mathbf{y}) - q/2; \quad (1)$$

$$z(\mathbf{y}) = \mathbf{y}^T \mathbf{K}_{\eta}^{-1} \mathbf{s}; \quad q = \mathbf{s}^T \mathbf{K}_{\eta}^{-1} \mathbf{s},$$

где $\mathbf{y}$ – вектор-столбец входных воздействий, $\mathbf{s} = \mathbf{s}_1 + \dots + \mathbf{s}_i + \dots + \mathbf{s}_m$ – вектор-столбец сигналов, $\mathbf{K}_{\eta}^{-1}$ – матрица, обратная корреляционной матрице помех на входе приёмных позиций МІМО РЛС, q – отношение сигнал-помеха плюс шум на входе порогового устройства. На основе выражения (1) можно сделать вывод, что оптимальное обнаружение детерминированных сигналов на фоне пространственно-коррелированных помех в МІМО РЛС сводится к расчёту достаточной статистики $z(\mathbf{y})$ и её сравнении с порогом h .

Оптимальный обнаружитель, построенный по формуле (1), не учитывает основное отличие МІМО РЛС от МПРЛС – использование m ортогональных сигналов на передачу и наличие m согласованных фильтров в каждой из l приёмных позиций. Учитывая особенности МІМО РЛС, был предложен модифицированный обнаружитель, в котором необходимо рассматривать процессы не на входе МІМО РЛС, а на выходе её согласованных фильтров. Соответственно логарифм ОП в данном случае примет вид:

$$\ln \Lambda(\mathbf{y}_f) = z(\mathbf{y}_f) - q_f/2; \quad (2)$$

$$z(\mathbf{y}_f) = \mathbf{y}_f^T \mathbf{K}_{\eta_f}^{-1} \mathbf{s}_f; \quad q_f = \mathbf{s}_f^T \mathbf{K}_{\eta_f}^{-1} \mathbf{s}_f,$$

где $\mathbf{s}_f, \mathbf{y}_f$ – сигналы и процессы на выходе согласованных фильтров, $\mathbf{K}_{\eta_f}^{-1}$ – матрица, обратная корреляционной матрице помех на выходе согласованных фильтров. Корреляционную матрицу помех на выходе согласованных фильтров можно вычислить следующим образом:

$$\mathbf{K}_{\eta_f} = M \left[\begin{pmatrix} \boldsymbol{\eta}_{1f}^T & \dots & \boldsymbol{\eta}_{if}^T & \dots & \boldsymbol{\eta}_{mf}^T \end{pmatrix}^T \begin{pmatrix} \boldsymbol{\eta}_{1f}^T & \dots & \boldsymbol{\eta}_{if}^T & \dots & \boldsymbol{\eta}_{mf}^T \end{pmatrix} \right]. \quad (3)$$

В работе произведено сравнение обнаружителя синтезированного по критерию ОП с модифицированным обнаружителем при использовании ортогональных сигналов и сигналов, модулированных псевдослучайными кодовыми последовательностями. На основе проведённого моделирования можно сделать вывод о преимуществах использования модифицированного обнаружителя детерминированных сигналов на фоне пространственно-коррелированных помех в МИМО РЛС.

Библиографический список

1. Черняк В.С. Многопозиционная радиолокация. – М.: Радио и связь, 1993. – 416 с.
2. Jian Li. MIMO radar signal processing. – John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2009. – 468 p.
3. Сосулин Ю.Г. Теоретические основы радиолокации и радионавигации.: учеб. пособие для вузов – М.: Радио и связь, 1992. – 304 с.

ПРОГРАММНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ В СИСТЕМАХ СВЯЗИ С OFDM-MIMO

С.А. Ушаков

Научный руководитель – Паршин Ю.Н., д.т.н., профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматриваются вопросы эффективности различных методов временной и частотной синхронизации в системах связи с использованием OFDM и MIMO. Данная проблема является актуальной, поскольку объемы информации, передаваемые по беспроводным каналам, увеличиваются, и встает задача повышения пропускной способности канала. Одним из путей решения поставленного вопроса является построение систем связи по принципу MIMO, с использованием множества пространственно-разнесенных приемных и передающих антенн. Применение в системах связи принципов ортогонального частотного мультиплексирования (OFDM) позволяет дополнительно повысить скорость передачи информации в канале связи, кроме того технология OFDM увеличивает помехоустойчивость передаваемой информации и позволяет повысить эффективность использования радиочастотного ресурса. Сочетание MIMO и OFDM даёт возможность повысить скорость передачи по радиоканалу до 1Гбит/с. Ключевой задачей при этом является обеспечение жесткой синхронизации между передатчиком и приёмником. Наибольшую опасность представляет рассогласование по частоте, так как нарушается ортогональность поднесущих и появляется межканальная интерференция.

В настоящее время существует ряд алгоритмов синхронизации для систем использующих OFDM, среди которых можно выделить методы использующие известную информацию о передаваемых данных и методы не основанные на использовании данных [1]. К первой группе относят алгоритмы использующие преамбулу, либо известные сигнальные конструкции, в том числе использование пилотных поднесущих. К второй группе относят алгоритмы использующие введение циклического префикса в сигнал. Циклический префикс, представляет собой фрагмент окончания этого же

OFDM-символа. Введение циклического префикса позволяет снизить влияние межсимвольной интерференции, чем больше длина префикса, тем меньше проявляется влияние межсимвольной интерференции, но снижается пропускная способность [2,3].

Произведено моделирование алгоритмов временной и частотной синхронизации MIMO-OFDM системы с использованием циклических префиксов. Моделирование проводилось программным методом в среде Matlab. Целью данного моделирования являлась проверка эффективности различных методов синхронизации в зависимости от изменения матрицы канальных коэффициентов MIMO-системы связи. В докладе описана программная реализация алгоритмов формирования и приёма OFDM-сигналов, пространственного кодирования и декодирования, при этом использованы различные способы задания матрицы канальных коэффициентов. Освещены результаты моделирования, в том числе полученные оценки эффективности различных алгоритмов частотно-временной синхронизации для телекоммуникационных систем, использующих OFDM и MIMO, и их взаимосвязь с изменением канальной матрицы.

Библиографический список

1. Шахтарин Б.И. Синхронизация в радиосвязи и радионавигации.-М.: Горячая линия – Телеком, 2011. – С. 49-60.
2. Mengali Umberto. Synchronization techniques for digital receivers. New York: Plenum Press, 1997.
3. Hlaing Minn, Vijay Bhargava, Khaled Ben Letaief. A robust timing and frequency synchronization for OFDM systems. IEEE transactions on wireless communications, vol.2, no.4, july 2003.

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА ОБРАБОТКИ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ХУРГИНА-ЯКОВЛЕВА ДЛЯ ЗАЩИТЫ ФОНОГРАММ ОТ ФАЛЬСИФИКАЦИЙ

В.Т. Дмитриев, Д.И. Лукьянов

Научный руководитель – С.Н. Кириллов, д.т.н., профессор
Рязанский государственный радиотехнический университет

Существующие системы защиты речевых сигналов (РС) при передаче и хранении хотя и обеспечивают высокий уровень закрытия, но обладают сложными реализационными характеристиками, требуют больших вычислительных затрат и неустойчивы к действию шумов в канале связи (КС).

Для улучшения качества восстановленного при обработке РС, снижения требований к скорости вычислений за счет распараллеливания операций и увеличения помехоустойчивости возможно применение представления Хургина-Яковлева, которое подразумевает передачу прореженных отсчетов сигнала и его производных. В [1] показано, что при использовании отсчетов сигнала и первой производной данный алгоритм позволяет распараллелить вычисления, а также повысить устойчивость к шумам, обеспечивая при этом эффективное маскирование РС и возможность восстановления фальсификации.

Цель работы - анализ реализации алгоритма обработки РС на основе представления Хургина-Яковлева при использовании производной второго и третьего порядков в интересах увеличения степени защиты фонограмм.

Проведено исследование точности взятия производной в частотной области. Показано, что при частоте дискретизации, равной 8 кГц, СКО изменяется незначительно. Для второй производной погрешность вычислений на этой частоте составляет не более 0,01, а для третьей - СКО значительно возрастает.

Проведен анализ реализационных возможностей синтезирующих фильтров. Эффективность алгоритма обработки и передачи информации на основе представления Хургина-Яковлева определялась по формуле:

$$h(P) = \frac{\hat{y}_X(P)}{\hat{y}_X(P)} - d_K(P) \frac{\hat{y}_X(P)}{\hat{y}_X(P)} d_X(P),$$

где $d_K(P)$, $d_X(P)$ - СКО восстановленного сигнала, на выходе синтезирующих нерекурсивных фильтров порядка P В.А. Котельникова и Хургина-Яковлева.

Показано, что реализация представления Хургина-Яковлева на основе синтезирующих нерекурсивных фильтров обеспечивает выигрыш по СКО h для случайного процесса с равномерным спектром $h_{uu} = (33...90)\%$, а для РС - $h_c = (10...65)\%$ при $P = 10...190$.

Проведено исследование алгоритма маскирования РС на основе представления Хургина-Яковлева в случае перемешивания группы отсчетов сигнала и производной во временной области [3]. Показано, что при использовании групп сигналов и их производных по 16 отсчетов при частоте дискретизации 8 кГц, качество речи в КС не превышает 1 балла согласно ГОСТ Р 50840-95 [4], что обеспечивает увеличение количества ключей в 10^8 раз.

Кроме того, показана возможность восстановления фальсифицированных фонограмм. Применение второй производной в этом случае позволяет увеличить качество восстановленного РС на 0,5 балла согласно ГОСТ Р 50840-95.

Таким образом, показано, что применение второй производной в алгоритме обработки речевых сигналов на основе представления Хургина-Яковлева для защиты фонограмм от фальсификаций позволяет распараллелить операции при более простой реализации синтезирующих фильтров, увеличить количество комбинаций алгоритма маскирования в 10^8 раз, улучшить качество восстановленного РС при восстановлении фонограмм на 0,5 балла согласно ГОСТ Р 50840-95.

Библиографический список

1. Кириллов С.Н., Дмитриев В.Т. Реализационные возможности и помехоустойчивость процедуры восстановления сигналов на основе алгоритма Хургина-Яковлева // Радиотехника. - 2003. - №1. - С. 73-75.
2. Дмитриев В.Т., Бузыканов С.Н. Использование производной в алгоритмах кодирования речевых сигналов // Шестая всероссийская научно-техническая конференция студентов, молодых ученых и специалистов

"Новые информационные технологии в научных исследованиях и в образовании": Тез. докладов. - Рязань: РГРТА. - 2001. - С.154-155.

3. Кириллов С.Н., Дмитриев В.Т. Асинхронное маскирование, обнаружение фальсификаций и реставрация фонограмм речевых сигналов на основе алгоритма Хургина-Яковлева./ Безопасность информационных технологий. 2003. №2. - С.26-30.

4 ГОСТ Р 50840-95. Передача речи по трактам связи. Методы оценки качества, разборчивости и узнаваемости.

АЛГОРИТМ ДЕКОДИРОВАНИЯ ПОМЕХОУСТОЙЧИВЫХ КОДОВ НА БАЗЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

А.Ю. Яшин

Научный руководитель С.Н. Кириллов, д.т.н., профессор
Рязанский государственный радиотехнический университет

В случае работы системы передачи информации при малых уровнях отношения сигнал-шум обычно используются помехоустойчивые коды малой скорости, обеспечивающие высокую помехоустойчивость. Однако использование помехоустойчивых кодов с кодовой скоростью менее 0,5 требуют больших вычислительных затрат, что приводит к значительной задержке по времени за счет последовательного выполнения алгоритма декодирования. Использование в качестве декодирующего устройства искусственную нейронную сеть (ИНС), позволит ускорить процедуру декодирования за счет конвейерной структуры [1,2].

Благодаря возможности параллельной обработки информации одновременно всеми нейронами при большом количестве межнейронных связей достигается значительное ускорение процесса обработки информации, что во многих ситуациях дает возможность обработки информации в режиме реального времени. Другим не менее важным свойством является способность ИНС к обучению и обобщению накопленной на ограниченном числе выборок информации для выработки желаемой реакции применительно к данным, не обрабатываемым в процессе обучения [3,4].

Для проведения исследований были выбраны топологии ИНС на основе радиальной нейронной сети и на основе двухслойной сети прямого распространения, обладающие наиболее быстрыми алгоритмами обучения. Обучение и имитационное моделирование ИНС производилось для кодов Боуза-Чоудхори-Хоквенгема (БЧХ) с параметрами: БЧХ(7,4) – исправляющий не более 1-ой ошибки, БЧХ(63,4) – исправляющий не более 15-ти ошибок, БЧХ(127,8) – исправляющий не более 31-ой ошибки [5,6].

Моделирование показало, что декодер на основе ИНС обладает более высокой помехоустойчивостью в сравнении с классическим алгоритмом декодирования. Это объясняется тем, что ИНС позволяет использовать «мягкий» выход демодулятора. При вероятности появления ошибки равной 10^{-5} , выигрыш в отношении сигнал-шум может достигать 5 дБ.

Библиографический список

1. Морелос-сарагоса Р. Искусство помехоустойчивого кодирования. Методы, алгоритмы, применение: Пер. с англ. – М.: Техносфера, 2006. – 320 с.

2. Золотарев В.В., Овечкин К.В. Помехоустойчивое кодирование. Методы и алгоритмы: Справочник / Под. ред. чл.-кор. РАН Ю.Б. Зубарева. – М.: Горячая линия-Телеком, 2004 – 26 с.
3. Головкин В.А. Нейронные сети: обучение организация и применение. – М. ИПРЖР, 2001. – 256с.
4. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344с.
5. Круглов В.В., Борисов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практик. М.: Горячая линия – Телеком, 2002, 382с.
6. Боровиков В.П. Нейронные сети. М.: Горячая линия – Телеком, 2008, 392с.

АЛГОРИТМ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ИСТОЧНИКОВ ИМПУЛЬСНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ШУМОВ НА ОСНОВЕ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

М.Е. Виноградова

Научный руководитель – Кириллов С.Н., д.т.н., профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящее время наблюдается значительный интерес к разработке эффективных алгоритмов распознавания акустических сигналов при диагностике и прогнозировании различных природных явлений, в робототехнике, охранной, измерительной, медицинской технике [1]. Ввиду специфики сигналов при решении задачи идентификации требуется не только информация о частотном составе, но так же о том, в какой момент времени появляется та или иная гармоника. В связи с этим большие перспективы в решении задачи идентификации связывают с применением вейвлет-анализа так как методы, использующие ВП, преодолевают многие ограничения, возникающие при распознавании за счет наличия четкой привязки спектра сигналов ко времени [2].

Рассматриваются вопросы автоматической идентификации источников импульсных акустических шумов (ИАШ). Для акустических сигналов от шести классов источников ИАШ (скрип двери, соударение железной и деревянной поверхностей, работа механизма замка, открывающаяся деревянная дверь, открывающаяся металлическая дверь, открывающееся окно) было получено по 50 реализаций ИАШ при различном уровне фонового шума.

Блок-схема предложенного алгоритма идентификации ИАШ имеет вид.

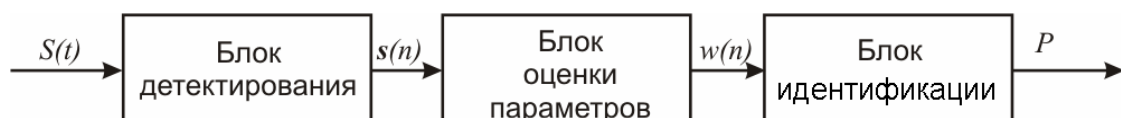


Рис.1. Блок-схема алгоритма идентификации

В блоке детектирования производится пороговая оценка параметров входного сигнала $S(t)$ и выделение вектора $s(n)$, соответствующего реализации импульсного шума.

В блоке оценки параметров сигнала производится оценка спектра сигнала в базисе ортогональных функций Добеши второго порядка для 64 коэффициентов масштабирования.

В блоке идентификации выполняется сравнение сигнала с эталоном класса (усредненным вейвлет-спектром сигналов обучающей выборки) и идентификация источника, для чего:

1) выполняется оценка векторов w_i , $i = \overline{1..64}$ спектральных составляющих сигнала, в соответствие с формулой:

$$c_i(k) = \sum_{j=1}^N w_i(j) \cdot w_{iy}(N-k+j) / \|w_i(k)\| \cdot \|w_{iy}(k)\|, \quad (1)$$

$$\text{где } \|w_i(k)\| = \sum_{j=1}^N w_i(j) \cdot H_i(k-j), \quad \|w_{iy}(k)\| = \sum_{j=1}^N w_{iy}(j) \cdot H_i(k-j), \quad H = \{h_j\}, \quad h_j = 1, \quad j = 1 \dots N,$$

$\|w_i(k)\|$, $\|w_{iy}(k)\|$ - коэффициенты нормировки для i -х векторов параметров импульсного акустического шума и эталонного сигнала, N - длина вектора эталона.

2) по вычисленным значениям определяется среднее значение сдвига вектора параметров сигнала (L) относительно эталона во временной области в соответствие с формулой:

$$L = M\{\max(c(k, i))\}, \quad (2)$$

M - оператор вычисления среднего значения.

3) вычисляется расстояние между параметрами сигнала и параметрами эталонных сигналов с учетом сдвига.

4) по минимуму расстояния определяется класс сигнала.

Предложенный алгоритм идентификации источников ИАШ на основе вейвлет-преобразования (ВП) позволил получить вероятность правильного распознавания источника 92,1%.

Библиографический список

1. Айвазян С.А., В.М. Бухштабер, И.С. Енюков, Л.Д. Мешалкин; под ред. С.А. Айвазяна. - М.: Финансы и статистика, 1989. - 607с.
2. Петухов А. П. Введение в теорию базисов всплесков. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 1999. 132 с.

АЛГОРИТМ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО СИНТЕЗА РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ

Ю.В. Звенигородский, П.С. Покровский

Научный руководитель – С.Н. Кириллов, д.т.н. профессор

ОАО «МАК «Вымпел»

Рязанский государственный радиотехнический университет

Как известно [1], основные характеристики радиолокационных систем такие, как точность, разрешающая способность и помехоустойчивость проводимых измерений, определяются свойствами зондирующих радиосигналов. В настоящее время в моноимпульсных системах широко применяются сигналы с нелинейной частотной модуляцией (НЧМ), что связано с простой практической реализацией систем формирования и обработки. Кроме того,

использование данного вида модуляции позволяет полностью описать зондирующий сигнал огибающей и спектральной плотностью мощности [2]. Таким образом, задача синтеза НЧМ зондирующих радиосигналов с требуемыми свойствами формулируется как задача синтеза спектральной плотности мощности (СПМ) при заданной форме огибающей [1].

В настоящее время при синтезе радиолокационных сигналов используются однокритериальные методы, в которых оптимизируется только один наиболее важный параметр сигнала в данной постановке задачи. При этом происходит ухудшение других основополагающих характеристик зондирующих сигналов. Данные методы построены на приближении автокорреляционной функции (АКФ) зондирующего радиосигнала в некоторой метрике к заданному «эталону». Как известно, решение данной задачи синтеза является неустойчивым. С учетом этого по методу А.Н. Тихонова [3] предложена регуляризация решения задачи синтеза зондирующих сигналов посредством стабилизирующего функционала, учитывающего такие дополнительные свойства радиолокационной системы. При этом целесообразно в качестве дополнительных ограничений рассмотреть разрешающую способность, точность измерений и величину потерь на весовую обработку, которые однозначно связаны с постоянной разрешения Вудворда T_{R0} , эффективной полосой частот β и эффективной длительностью АКФ радиосигнала μ соответственно [4].

Таким образом, задача синтеза зондирующих сигналов сведена к минимизации комбинированного критерия вида:

$$J(G(f), R_0(\tau)) = \|AG(f) - R_0(\tau)\|_{L_2}^2 + \alpha \Omega(G(f)), \quad (1)$$

где $G(f)$ – СПМ, $R_0(\tau)$ – «эталон» АКФ, $\|\cdot\|_{L_2}$ – метрика в пространстве L_2 , α – параметр регуляризации, $\Omega(G(f))$ – стабилизирующий функционал, определяемый выражением

$$\Omega(G(f)) = \lambda_1 T_{R0}(G(f)) + \lambda_2 \beta + \lambda_3 \mu, \quad \sum_{i=1}^3 \lambda_i = 1.$$

Здесь λ_i – весовые множители Лагранжа.

Решение поставленной задачи синтеза получено в виде СПМ зондирующего радиосигнала, описываемой в виде:

$$G(x) = 2C_0 \cdot \text{ch}(x / \sqrt{\lambda_2}) - \lambda_1 x^2 / 2 - \lambda_1 \lambda_2 + \lambda_3 / 2. \quad (2)$$

Непосредственно зондирующий радиосигнал с НЧМ формируется уточненным методом стационарной фазы [1...2] на основе выражения (2). Показано, что таким образом можно синтезировать радиосигналы, соответствующие различным комбинациям основных свойств радиолокационной системы. В частности, при $\lambda_1 = 2731,7$; $\lambda_2 = 3,3$; $\lambda_3 = 199,3$; $C_0 = 4466,2$ в результате синтеза получается радиолокационный сигнал, характеризуемый уровнем боковых выбросов АКФ порядка $\gamma = -40$ дБ, $T_{R0} = 1,34$, $\mu = 13,74$ и $\beta = 0,0383$.

Библиографический список

1. Вакман Д.Е., Седлецкий Р.М. Вопросы синтеза радиолокационных сигналов. - М.: Сов. радио, 1973. - 312 с.
2. Кук Ч., Бернфельд М. Радиолокационные сигналы. - М.: Сов. радио, 1971. - 568 с.

3. Тихонов А.Н., Гончарский А.В., Степанов В.В., Ягола А.Г. Численные методы решения некорректных задач. М.: Наука, 1986. -288с.

4. Кириллов С.Н., Кропотов А.Б., Макаров Д.А. Многокритериальный синтез частотно модулированных сигналов // Изв. вузов. Радиоэлектроника. 1997. Т.70. №3. С.13–17.

АЛГОРИТМ ПРЕДОБРАБОТКИ ПОДВОДНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

И.В. Косткин, В.А. Пушкин

Научный руководитель – Кириллов С.Н., д.т.н., профессор
Рязанский государственный радиотехнический университет

В связи с бурным развитием подводных роботизированных комплексов появляется потребность в разработке качественных алгоритмов обработки видео последовательностей, полученных в водной среде рек, морей и океанов [1]. Основная проблема обработки подводных изображений вызвана значительным ослаблением света, что уменьшает дальность видимости до 20 метров в чистой воде и до 5 метров в мутной. Ослабление объясняется поглощением и рассеиванием, как в самой воде, так и в растворенными в ней органическими веществами и малыми взвешенными частицами.

Целью данной работы является разработка алгоритма улучшения визуального качества видеоданных, полученных с борта подводной оптической системы.

Предлагаемый алгоритм устранения подводных искажений и улучшения качества изображений не требует наличия априорной информации и калибровки, а также обеспечивает: коррекцию освещения, подавление шумов, повышение контраста и выравнивание цвета подводных изображений. В целом, разработанный алгоритм включает следующие этапы:

1. Удаление потенциального муарового эффекта требуется для устранения аддитивной компоненты муара, которая характерна для большинства подводных изображений [2].

2. Гомоморфная фильтрация. Используется для коррекции освещения и повышения контраста изображения [1].

3. Удаление шума с использованием вейвлет пакетного разложения. Этот метод фильтрации дополняет и улучшает качество гомоморфной фильтрации [3].

4. Анизотропная фильтрация. Анизотропная фильтрация удаляет ненужные артефакты и оставшийся шум [4].

5. Выравнивание интенсивности изображения.

6. Выравнивание цвета.

Данный алгоритм был протестирован на натуральных и синтезированных подводных изображениях, показав увеличение дальности визуального распознавания небольших объектов в 3...4 раза по сравнению с исходным изображением. Кроме того, алгоритм является полностью автоматическим и не требует какой-либо калибровки в процессе работы, при этом работая в реальном масштабе времени.

Библиографический список

1. Косткин И.В., Пушкин В.А., Лоцманов А.А., Корсуков И.Д. Алгоритм улучшения качества подводных изображений. Рязань «Вестник РГРТУ» №40, 2012, с.40-46

2. Хуанг Т.С., Эклунд Дж.-О. Быстрые алгоритмы в цифровой обработке изображений. М.: Радио и связь. 1984. с. 224
3. Гонсалес Р. Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера
4. Catipovic J., "Performance Limitation in Underwater Acoustic Telemetry", IEEE J. Oceanic Eng., 15, pp. 205 – 216, July 1990.

МОДЕЛЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОПТИЧЕСКОГО СИГНАЛА В ВОДНОЙ СРЕДЕ

И.В. Косткин, С.А. Балюк

Научный руководитель – Кириллов С.Н., д.т.н., профессор
Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящее время осуществляется интенсивное изучение прибрежных шельфов, связанное с подводным мониторингом климатических, биологических, химических и экологических изменений в Мировом океане, а также с освоением подводных месторождений полезных ископаемых. Данные задачи решаются с помощью различных подводных роботизированных комплексов, которые требуют наличия надёжной и эффективной системы передачи информации [1]. Из анализа работ [1...2] известно, что наименьшее поглощение в водной среде испытывают электромагнитные волны оптического диапазона с длиной волны в пределах 200...900 нм. Беспроводные оптические линии связи позволяют получить высокую скорость передачи информации за счёт использования большой полосы частот, составляющей десятки ГГц [1,3], а также обеспечить узконаправленную передачу информации, что обосновывает целесообразность использования данных линий передачи. Однако из-за взаимодействия оптического излучения с водной средой при распространении происходит значительное рассеяние и поглощение сигнала, которое достаточно трудно прогнозировать.

Целью работы является разработка модели распространения оптического сигнала в водной среде, которая позволит оценить влияние различных мешающих факторов.

Из [2] известно, что морская вода включает в себя три основные составляющие: чистую воду, растворённые вещества (неорганические и органические) и взвесь (минеральную и органическую). Однако, механизм влияния указанных составляющих различен. Поэтому при обосновании модели распространения оптического сигнала предложено разделять содержащиеся в воде вещества по природе их влияния на данный сигнал. В общем виде физическая модель распространения оптического сигнала в водной среде представлена на рисунке:



Рис.1. Схема распространения оптического сигнала в водной среде

Как известно [1...2], при распространении оптический сигнал испытывает поглощение и рассеяние на различных участках водной среды. Поскольку механизм воздействия данных явлений на сигнал различен, то предложено рассматривать их влияние независимо [3].

Поглощение оптического сигнала в водной среде предложено определять статистически по проведённым измерениям мощности сигнала, прошедшего через водную среду [2]. Рассеяние оптического сигнала предложено определять по индикатрисе рассеяния и параметрам водной среды (концентрация частиц примеси в водной среде и распределение частиц по размерам), измеренной экспериментально для разных типов вод [2]. Данный метод позволит определить мощность, достигающую оптического приёмника в водной среде. Кроме того, предложенный подход позволяет оценить фазовые соотношения между составляющими распространяющегося оптического сигнала и определить временную дисперсию сигнала, что позволит оценить скорость передачи информации.

С помощью разработанной модели был произведен расчет подводной оптической линии связи, а также проведён натурный эксперимент на лабораторном макете. В качестве источника излучения был использован лазерный диод с длиной волны излучения 450 нм и мощностью 80мВт, а в качестве приёмника – фотоэлектронный умножитель с диаметром приёмной апертуры, равным 8 мм. Было показано, что при передаче информации со скоростью 10 Мбит/с величина ошибки не превышает 10^{-7} на расстоянии до 64 м в чистой океанической воде, 42 м в прибрежной океанической воде и 19 м в океанической воде в местах сильной биологической активности. Результаты моделирования совпадают с результатами непосредственных измерений с точностью не хуже, чем 3 дБ.

Таким образом, была определена структура модели распространения оптического излучения в водной среде, которая позволяет учитывать параметры водной среды.

Библиографический список

1. Shlomi Arnon. Underwater optical wireless communication network. Journal of optical engineering, january 2010. – 110 pp..

2. Доронин Ю.П. Физика океана. – СПб.: Гидрометеиздат, 1978. – 296 с.
3. Кириллов С.Н., Балюк С.А., Кузнецов С.Н., Есенин А.С. Разработка модели распространения оптического сигнала в водной среде для подводных систем передачи информации. Рязань: «Вестник РГРТУ» №40, 2012, с. 3-8.

ПРОГРАММНО УПРАВЛЯЕМЫЙ ЦИФРОВОЙ КВАДРАТУРНЫЙ ФОРМИРОВАТЕЛЬ РАДИОСИГНАЛОВ

А.А. Лисничук

Научный руководитель – С.Н. Кириллов, д.т.н., профессор
Рязанский государственный радиотехнический университет

В связи с широким распространением многочисленных протоколов передачи данных, основанных на различных видах модуляции, становится актуальной задача разработки универсального формирователя радиосигналов, способного осуществлять передачу информации с такими видами модуляции, как QPSK, OQPSK, PSK-8, QAM-16 и др. Причем выбор протокола должен быть реализован программным способом, без каких-либо дополнительных аппаратных модулей.

Проведенный анализ научных работ [1,2 и др.] показал, что для реализации данной задачи наилучшим образом подходит цифровой квадратурный модулятор. На рисунке 1 представлена структурная схема универсального формирователя радиосигналов, на основе цифрового квадратурного модулятора.

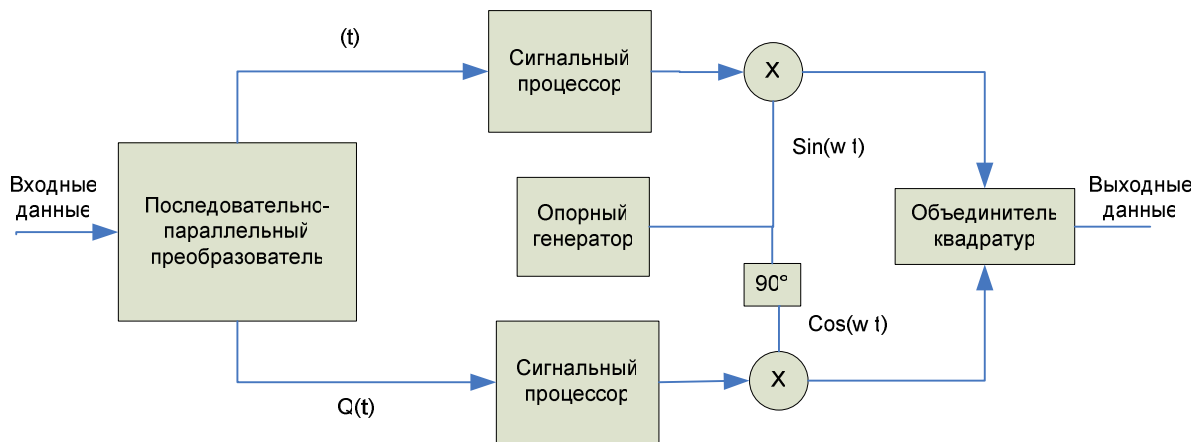


Рис.1. Структурная схема универсального формирователя радиосигналов

Разработана программная реализация данного универсального модулятора, позволяющая на основе изменения параметров менять виды модуляции. При моделировании были исследованы помехоустойчивость и спектральная эффективность таких видов модуляции, как QPSK, OQPSK, PSK-8, QAM-16. Полученная помехоустойчивость для различных видов модуляции в программной модели не уступает приведенным в литературе [1, 2] для данных видов модуляции.

Библиографический список

1. Феер К. Беспроводная цифровая связь. Методы модуляции и расширения спектра. М.: Радио и связь, 2000. – 520 с.
2. Скляр Б. Цифровая связь. – М.: Вильямс, 2003. – 1104 с.

АЛГОРИТМ СИНТЕЗА КОЭФФИЦИЕНТОВ АДАПТИВНОГО РЕЖЕКТОРНОГО ФИЛЬТРА ДЛЯ КОМПЕНСАЦИИ ОТНОСИТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ БИМОДАЛЬНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ПОМЕХИ

П.И. Манзадей

Рязанский государственный радиотехнический университет

Сложность обнаружения сигналов на фоне отражений от подстилающей поверхности является одной из важнейших проблем, возникающей при работе бортовых РЛС. В реальных условиях обзора земной поверхности возникает проблема с работой систем адаптации, вызванная тем, что мешающее отражение имеет две моды (отражение от земли и отражение от гидрометеора–тумана или пыли вызываемой движением наземной техники). Проблема вызвана тем, что туман или пыль могут иметь отличную от земной поверхности скорость, вызываемую их движением из-за ветра, что вызывает сбой систем адаптации режекторного фильтра.

Традиционно в качестве коэффициентов адаптивного режекторного фильтра второго порядка берутся $a_0 = a_2 = 1$, $a_1 = -2 \cdot \hat{\rho}$ (где $\hat{\rho}$ оценка коэффициента корреляции).[1]. При этом данный принцип синтеза коэффициентов фильтра, как было установлено, сильно подвержен влиянию бимодальной помехи и после некоторого значения уровня не обеспечивает заданного подавления помехи. Возможно увеличение порядка фильтра, но это приведет к резкому увеличению вычислительных затрат. Оптимальная система адаптации предполагает использование собственной автокорреляционной матрицы помехи, что сейчас невозможно реализовать в текущем масштабе времени ввиду большого объема вычислений. [2]

В связи с этим в данной работе предлагается использовать в качестве третьего коэффициента оценку корреляции помехи $a_2 = \hat{\rho}$. Это метод синтеза коэффициентов фильтров приближает работу фильтра к оптимальному алгоритму, при этом, не значительно увеличивая количество вычислений. С помощью имитационного моделирования было показано, что применение данного метода по сравнению с классическим позволяет повысить коэффициент подавления помехи до 5 дБ и обеспечить подавление помехи не менее 10 дБ при рассогласовании относительных скоростей $\Delta F_T = \leq 0,3$ (скорость тумана или пыли относительно земли не превышает данного предела). При реализации адаптивного режекторного фильтра на микропроцессорной технике, появляется возможность использования как классического алгоритма работы фильтра, так и предложенного в данной работе – оператор РЛС может переключать режимы обработки при наличии тумана или пыли добавляющих бимодовую составляющую в спектр отражений от подстилающей поверхности.

Библиографический список

1. Бакулев П.А., Степин В.М. Методы и устройства селекции движущихся целей. – М: Радио и связь, 1986. – 228 с.
2. Ширман Я.Д. Теоретические основы радиолокации: Учеб. пособие для вузов. — М.: изд-во «Советское радио», 1970. —560 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЗАТРАТ АЛГОРИТМА ОЦЕНКИ ЧАСТОТЫ НИЗКОЧАСТОТНОГО СИНУСОИДАЛЬНОГО СИГНАЛА

Э.В. Акопов

Рязанский государственный радиотехнический университет

Одной из распространенных задач радиотехники является измерение частоты низкочастотного синусоидального сигнала (например сигнала биений ЧМ дальногомера). Сигнал принимается на фоне белого шума, при этом в нем могут присутствовать синусоидальные помехи (СП) высокой интенсивности, с частотами близкими к измеряемой частоте полезной составляющей принимаемого сигнала. Такие помехи могут серьезно ухудшить точность оценки частоты.

Наибольшей точностью оценки частоты синусоидального сигнала с полностью известными параметрами обладают методы основанные на использовании функции правдоподобия (метод максимального правдоподобия, принимающие в качестве значения искомого параметра значение, соответствующее максимуму логарифма функции правдоподобия ЛФП). Однако СП смещает максимум ЛФП, и оценка МП перестает соответствовать истинному значению частоты. В таких случаях применяется следящий измеритель частоты синусоидального сигнала. Суть данного метода в использовании свойств ЛФП.

Результаты моделирования в среде MATLAB показали, что использование следящего измерителя [1] позволяет оценивать частоту с точностью до 0,007 Гц, при отношении сигнал-помеха 2 дБ, что превышает точность спектрального метода приблизительно в 82 раза .

Работа следящего измерителя требует локальной оптимизации ЛФП на некотором промежутке, а значит её многократного вычисления. В качестве метода уменьшения вычислительных затрат на вычисление значений ЛФП предложено бинарное квантование сигнала и опорных сигналов. В результате такой операции умножение многоразрядных чисел заменяется логической операцией между битовыми переменными, таким образом уменьшается требуемый объем памяти и время вычисления. При применении бинарного квантования сигнала ошибка измерения изменяется незначительно (менее 15%), по отношению к следящему измерителю без бинарного квантования. Т. е. бинарное квантование не ведет к ощутимому ухудшению точности оценки.

Метод использующий ЛФП, построенную на основе бинарно квантованного входного сигнала не является оптимальным методом (т. е. обеспечивающей минимум дисперсии оценки). Для того чтобы оценить проигрыш дисперсии в получены зависимости дисперсии оценки от отношения сигнал/шум на входе. При применении бинарного квантования проигрыш дисперсии оценки составляет 10 дБ для низких значений отношения сигнал/шум и более 30дБ для высоких значений отношения сигнал/шум.

Библиографический список

1. Паршин В.С. Следящий измеритель частоты сигнала биений дальногомера с частотной модуляцией зондирующего сигнала. // Физика и техническое приложение волновых процессов.- Тезисы докладов 3 Международной научно технической конференции.- Самара.- 2008. с 48-50.

ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ СИНТЕЗА РЕЧИ

И.И. Курочкин

Научный руководитель – Кириллов С.Н., д.т.н., профессор
Рязанский государственный радиотехнический университет

Все алгоритмы синтеза речи можно поделить на три группы: параметрический, компиляционный и синтез по правилам (формантный, артикуляторно-формантный и артикуляторно-волновой). При этом каждый из них имеет свои проблемы.

Параметрический синтез не может применяться для произвольных, заранее не известных сообщений. Качество компиляционного синтеза не соответствует качеству естественной речи, поскольку на границе сшивки элементов часто возникают искажения. Компиляция речи из заранее записанных словоформ также не решает проблемы высококачественного синтеза произвольных сообщений, из-за изменения акустических и просодических характеристик слов в зависимости от типа фразы и места слова во фразе. Разборчивость и натуральность синтеза по правилам может быть доведена до величин, сравнительных с характеристиками естественной речи.

Все современные системы синтеза речи по тексту — формантные, компиляционные, гибридные — страдают нарушением динамики важных параметров речевого сигнала, что, в конце концов, приводит не только к ухудшению натуральности и разборчивости, но и к быстрому утомлению слушателя.

Исходя из выше сказанного, целесообразно построить математическую модель речеобразования, детально описывающую все процессы — акустику разветвлённой системы с податливыми стенками, механику движений артикуляторов, систему управления артикуляцией, аэродинамику воздушного потока, то синтезированный речевой сигнал практически не отличался бы от реального сигнала.

Несмотря на широкое развитие исследований в области синтеза речи, основным критерием качества до недавних пор оставалась степень разборчивости синтезированной речи. Однако недостаточное внимание, уделялось натуральности синтезированной речи. Одним из путей повышения натуральности синтезированной речи является разработка методов и средств анализа персональных особенностей голоса человека, его дикции и выразительности речи с последующей реализацией этих характеристик.

Проведено имитационное моделирование различных алгоритмов синтеза речи и произведен анализ полученных речевых сигналов.

Библиографический список

1. Сорокин В.Н. Синтез речи. – М.: Наука, 1992. – 392 с.
2. Лобанов Б.М., Цирульник Л.И. Компьютерный синтез и клонирование речи. – Минск.: Белорусская наука, 2008. -316 с.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДАВЛЕНИЯ СИГНАЛОВ СПУТНИКОВЫХ РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

А.А. Кашеев

Научный руководитель – Кошелев В.И., д.т.н., профессор
Филиал ФГУП «ГНП РКЦ «ЦСКБ-Прогресс» – ОКБ «Спектр»

В условиях информационного конфликта актуальной задачей является разработка эффективных средств подавления радионавигационных систем и средств их защиты, обеспечивающих возможность функционирования аппаратуры потребителей (АП) навигационных систем при действии помех в области расположения АП. Для разработки таких средств защиты необходимо исследовать характер и степень влияния помех на АП.

Целью работы является сравнительная оценка влияния преднамеренных помех различного вида на эффективность подавления сигналов СРНС ГЛОНАСС, GPS и Galileo.

Преднамеренные помехи, формируемые спутниковым радионавигационным системам, условно можно представить структурными и прямошумовыми [1, 2].

Структурные помехи повторяют структуру спутникового навигационного сообщения форматов ГЛОНАСС, GPS или Galileo и могут содержать или не содержать произвольных данных о местонахождении объекта. К числу таких помех можно отнести: помехи с фазовой манипуляцией, модулированные М-последовательностью (ПФМП) или кодом Голда (ПФМГ); меандровые шумоподобные помехи (МШП).

Прямошумовые помехи можно рассматривать как стационарный белый гауссовский шум (БГШ) с ограниченным спектром и нулевым математическим ожиданием [2].

В качестве критерия, определяющего воздействие преднамеренных помех на АП, можно определить отношение помеха-сигнал на выходе коррелятора, который имеет вид:

$$\gamma_{sp} = \frac{P_{ip}}{P_{nka}} = \frac{D_{nka}^2 L_{dop}^{nka} P_{prd}^{ip} G_{prd}^{ip} \eta_{prd}^{ip} k}{P_{prd}^{nka} G_{prd}^{nka} \eta_{prd}^{nka} D_{ip}^2 N_{nka}}, \quad (1)$$

где P_{nka} - мощность сигнала на входе АП СРНС от НКА; P_{ip} - мощность помехи на входе АП СРНС от источника помех; P_{prd}^{nka} , G_{prd}^{nka} , η_{prd}^{nka} - мощность передатчика, коэффициент усиления антенны и коэффициент полезного действия антенно-фидерного тракта НКА соответственно; N_{nka} - количество НКА, сигналы от которых действуют на входе АП СРНС; k - коэффициент использования мощности передатчика; G_{prd} - спектральная плотность мощности передатчика; L_{dop}^{nka} - дополнительное затухание сигнала от НКА; P_{prd}^{ip} , G_{prd}^{ip} и η_{prd}^{ip} - мощность передатчика, коэффициент усиления антенны и коэффициент полезного действия антенно-фидерного

тракта источника помех соответственно; D_{nka} и D_{ip} - расстояние от АП СРНС до НКА и источника помех соответственно; N_{nka} - количество НКА, сигналы от которых действуют на входе АП СРНС.

Выражение (1) справедливо в случае действия на входе АП СРНС структурных помех. Так как БГШ является некоррелированным процессом, выражение (1) для прямошумовой помехи можно представить как:

$$\gamma_{shp} = \frac{P_{ip}}{P_{nka}} = \frac{D_{nka}^2 L_{dop}^{nka} P_{prd}^{ip} G_{prd}^{ip} \eta_{prd}^{ip} k}{P_{prd}^{nka} G_{prd}^{nka} \eta_{prd}^{nka} D_{ip}^2 N_{nka} L_s}, \quad (2)$$

где L_s - длительность кодовой посылки сигнала СРНС.

Результаты исследований отношение помеха-сигнал на выходе коррелятора в соответствии с выражениями (1) и (2) позволяют сделать следующие выводы: эффективность подавления сигналов СРНС ГЛОНАСС ПФМП превышает эффективность подавления МШП до 1,5 дБ, ПФМГ – до 2,5 дБ и прямошумовыми помехами – до 27 дБ; эффективность подавления сигналов СРНС GPS ПФМГ превышает эффективность подавления ПФМП до 2,5 дБ, МШП – до 7 дБ и прямошумовыми помехами – до 28 дБ; эффективность подавления сигналов СРНС Galileo МШП превышает эффективность подавления ПФМП до 3 дБ, ПФМГ – до 4,8 дБ и прямошумовыми помехами – до 30 дБ.

Библиографический список

1. Куприянов А.И., Сахаров А.В. Теоретические основы радиоэлектронной борьбы. Учебное пособие. М.: Вузовская книга, 2007. – 356 с
2. Шебшаевич В.С., Дмитриев П.П. и др. Сетевые спутниковые радионавигационные системы. М.: Радио и связь. – 1993. – 408 с.

Секция 4
Информационные ресурсы и программно-инструментальные средства

**РАЗРАБОТКА ТИПОВОГО РЯДА КАРТ ДНЕВНЫХ ЦВЕТОВ ДЛЯ ЗАДАЧИ
КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ В ЦВЕТЕ МНОГОСПЕКТРАЛЬНЫХ
ЧЕРНО-БЕЛЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ СИСТЕМ НОЧНОГО ВИДЕНИЯ**

И.С. Холопов

Научный руководитель – Богданов А.П., с.н.с. НКЦ ВКТ ОАО «ГРПЗ»
Рязанский государственный радиотехнический университет

Канал зрительного восприятия является одним из наиболее важных источников информации как в автоматических, так и автоматизированных системах управления [1, 2]. В связи с этим актуальна задача разработки аппаратно-программных комплексов «улучшенного видения» (Enhanced Vision Systems, EVS). В качестве источников информации в системах EVS могут использоваться телевизионные (ТВ) видеодатчики и тепловизионные (ТПВ) инфракрасные (ИК) датчики ближнего (near infrared, NIR) и дальнего (long wave infrared, LWIR) ИК диапазонов. Улучшение изображений достигается при их комплексировании.

Анализ публикаций [3-5] показывает, что возможны два основных подхода к комплексированию черно-белых ТВ и ТПВ изображений, полученных в разных диапазонах длин волн: комплексирование изображений по яркости (методы равновесного и статистического весового суммирования, использование дискретного вейвлет-разложения – алгоритм *aDWTi*), и комплексирование в ложных или дополнительных цветах с использованием соответственно методов false-color или opponent color.

Ввиду физиологических особенностей глаза, содержащего три типа колбочек, чувствительных к трем основным цветам (красному R, зеленому G и синему B), для человека наиболее информативными являются цветные изображения. В то же время использование ложных цветов при комплексировании затрудняет восприятие информации и выделение на них объектов. Непосредственное использование при постобработке результатов комплексирования ТВ и ТПВ изображений метода «передачи» цвета (color transfer) с изображения-эталона в цветовом пространстве CIELAB $L\alpha\beta$ [6, 7] не позволяет получить естественных цветов, характерных для дневного освещения.

В работах [8, 9] предложено использовать карты (таблицы) цветов (color mapping schemes), которые ставят в соответствие пикселю комплексированного по методу false-color изображения с ложным цветом в координатах (R, G) пиксель изображения в условиях естественной освещенности с цветом в координатах (R, G, B). Для получения такой цветовой карты (таблицы) необходимо эталонное цветное изображение той же сцены. При составлении цветовой таблицы пикселям с координатами (R_i , G_j) комплексированного в ложных цветах изображения ставится в соответствие среднее арифметическое значение цвета, полученное по ансамблю пикселей эталонного изображения, находящихся на тех же позициях поля ТВ (ТПВ) изображения. Доказано [8, 9], что усреднение в декоррелированном цветовом пространстве CIELAB $L\alpha\beta$ и обратное преобразование в пространство

RGB дает лучший результат, чем усреднение непосредственно RGB-компонент изображения-эталона.

Анализ карт цветов позволяет выявить общую для многих сцен закономерность: пиксели с цветами, соответствующими изображению неба и ландшафта, располагаются приблизительно на одних и тех же позициях. Это позволяет, меняя только цвет данных пикселей, по составленной по описанной выше методике одной карте цветов получить целый ряд карт, адаптированных к ландшафту и времени года. Выбор той или иной карты из этого ряда можно производить, например, по данным от спутниковых радионавигационных систем.

В работе предложено с целью уменьшения объема вычислений заменить преобразования $RGB \rightarrow L\alpha\beta$ и $L\alpha\beta \rightarrow RGB$ на соответственно $RGB \rightarrow YUV$ и $YUV \rightarrow RGB$, поскольку, как показано в [10], результаты этих преобразований визуально практически не различимы.

Приведен пример синтезированного по описанной методике ряда цветowych карт (таблиц) для городского пейзажа для разных времен года.

Библиографический список

1. Костяшкин Л.Н. Технологии систем улучшенного / синтезированного зрения для управления летательными аппаратами / Л.Н. Костяшкин, С.И. Бабаев, А.А. Логинов, О.В. Павлов // Труды научно-технической конференции-семинара «Техническое зрение в системах управления мобильными объектами-2010» / под ред. Р.Р. Назирова. – М.: МЕХАНИКА, УПРАВЛЕНИЕ И ИНФОРМАТИКА, 2011. – С. 45-56.
2. Визильтер Ю.В. Проблемы технического зрения в современных авиационных системах / Ю.В. Визильтер, С.Ю. Желтов // Труды научно-технической конференции-семинара «Техническое зрение в системах управления мобильными объектами-2010» / под ред. Р.Р. Назирова. – М.: МЕХАНИКА, УПРАВЛЕНИЕ И ИНФОРМАТИКА, 2011. – С. 11-44.
3. Zheng, Y., Essock, E. A. & Hansen, B.C. An advanced image fusion algorithm based on wavelet transform — incorporation with PCA and morphological processing // *Proc. SPIE* 5298, 2004, pp. 177–187.
4. Das, S. and Krebs, W.K. Sensor fusion of multi-spectral imagery // *Institution of Electrical Engineers: Electronics Letters*, 2000, № 36, pp. 1115-1116.
5. Joel Lanir, Masha Maltz and Stanley R. Rotman. Comparing multispectral image fusion methods for a target detection task // *Optical Engineering*, June 2007, № 46(6), pp. 066402-1 – 066402-8.
6. Erik Reinhard, Michael Ashikhmin, Bruce Gooch and Peter Shirley. Color transfer between images // *IEEE Computer Graphics and Applications*, 2001, 0272-1716, pp. 34-41.
7. D.L. Ruderman, T.W. Cronin and C.C. Chiao. Statistics of cone responses to natural images: Implications for visual coding // *J. Optical Soc. of America*, vol. 15, no. 8, 1998, pp. 2036-2045.
8. Maarten A. Hogervorst, Alexander Toet. Method for applying daytime colors to nighttime imagery in realtime // *Multisensor, Multisource Information Fusion: Architectures, Algorithms, and Applications*. – Proc. of SPIE. – 2008. – Vol. 6974, pp. 697403-01 - 697403-08.
9. Toet, A. and Hogervorst, M.A. Portable real-time color night vision // *Multisensor, Multisource Information Fusion: Architectures, Algorithms, and Appli-*

cations. The International Society for Optical Engineering, Bellingham, WA, USA. – 2008. – pp. 706-713.

10. <http://www.intechopen.com/books/image-fusion-and-its-applications/image-fusion-based-on-color-transfer-technique>. Дата обращения: 30.07.12.

РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПОИСКА ИЗОБРАЖЕНИЙ ПО ОБРАЗЦУ

А.С. Чирков

Научный руководитель – Шибанов В.А., к.т.н., доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет

Современный этап развития средств вычислительной техники характеризуется увеличением информационной емкости всевозможных носителей, в связи с чем поиск нужной информации все чаще бывает затруднен. Задача разработки ПО для организации хранилища изображений с расширенными возможностями поиска, в частности – поиска по образцу, является актуальной. Рассмотрим возможные подходы к решению данной задачи.

Традиционно поиск изображений осуществляется по текстовому описанию. Однако подобный подход далеко не всегда способен обеспечить нужную скорость и точность поисковой выдачи, так как фактически пользователь получает не то, что ищет, а то, что ему хотят показать по данному запросу (выдача будет зависеть от текстового описания, даже если оно не соответствует содержанию). Напротив, поиск по содержимому изображений является значительно более точным и удобным в этом случае и сводится к задаче получения и сравнения некоторого уникального описания изображения-образца и хранящихся в базе изображений. Для этого в настоящее время применяются следующие методы:

Сравнение гистограмм - один из наиболее простых методов описания изображений. Заключается он в следующем: вычисляется количество точек каждого из цветов на изображении-образце и сравниваемых с ним изображений. Если они совпадают с некоторой погрешностью, то изображения считается похожими. Обычно, сравнение происходит не по всем цветам, а цветовая палитра дискретизируется с некоторым шагом. Данный подход не учитывает расположение пикселей на изображении, поэтому дает много ложных срабатываний.

Значительно более точным методом, применяемым для поиска одного и того же объекта в различных конфигурациях является метод **Speeded Up Robust Feature (SURF)** — Ускоренный надежный алгоритм. Это один из самых распространенных алгоритмов на сегодняшний день, его реализации есть во многих математических библиотеках. Свою популярность алгоритм получил благодаря достаточно высокой точности поиска. SURF решает две задачи: нахождение особых точек изображения и создание их дескрипторов, инвариантных к масштабу и вращению. Метод ищет особые точки с помощью матрицы Гессе. Детерминант которой достигает экстремума в точках максимального изменения градиента яркости. Он хорошо детектирует пятна, углы и края линий. Однако, данный алгоритм является ресурсоемким – вычисление одного дескриптора требует порядка 2500 операций.

Наиболее часто встречающейся задачей является поиск оригинала изображения по его уменьшенной (или искаженной) копии, поэтому именно на

эту задачу будем ориентироваться. Описанные выше подходы не являются оптимальными для решения этой задачи: метод сравнения гистограмм не способен выявить изображения, после незначительной гамма-коррекции, а также дает большое число ложных срабатываний, а SURF, несмотря на его невосприимчивость к поворотам, гамма коррекции и прочим искажениям изображения, является неоптимальным по ресурсоемкости, что особенно заметно при организации поиска в сети Интернет или в локальной сети на удаленном компьютере.

Наилучшим подходом, невосприимчивым к большому числу искажений изображения является **метод сравнения хеша**, который и был выбран для решения поставленной задачи. Его преимуществами является: инвариантность к гамма-коррекции, непропорциональному сжатию/растяжению, к небольшим искажениям изображения. А за счет его простоты реализации, быстрой выполнения и нетребовательности к ресурсам данный алгоритм является оптимальным для web-приложений. Он состоит из следующих шагов:

- 1) уменьшение изображения до некоторого минимального размера, что позволяет избавиться от высоких частот изменения цвета, а также генерировать хеш, инвариантный к пропорциям изображения;
- 2) преобразование изображения в градации серого, что сокращает размер хеша втрое, а также делает его инвариантным к гамме цвета;
- 3) вычисление средней яркости изображения;
- 4) последовательное сравнение яркости каждого пикселя со средней: если она выше средней, то пиксель отмечается как 1, иначе как 0;
- 5) для сокращения цепочки и упрощения последующего поиска каждая тетрада преобразуется в соответствующее 16-ричное значение.

К сожалению, этот метод хорош только для одинаковых изображений, отличающихся только размером. Чтобы решить эту проблему усовершенствуем алгоритм. Для выявления изображений имеющих схожие, но не одинаковые хеши, полученное слово разобьем на группы по 4 символа. При совпадении одной из групп хешей образца и изображения в БД вычисляем расстояние Демминга. И если оно меньше заданного, изображение отмечаем как похожее. Теперь алгоритм способен выявлять изображения, имеющие отличия от оригинала в заданном диапазоне (в зависимости от указанной в настройках максимальной длины Демминга).

Для более точных результатов поисковой выдачи предусмотрим режим сохранения цветности искомых изображений, а также возможность задать цветовую гамму искомого изображения, независимо от цвета образца.

Для обеспечения общего доступа и возможности многопользовательской работы с базой изображений было решено разработать web-приложение. Немаловажную роль также играет интерфейс взаимодействия с пользователем, который должен быть максимально простым и интуитивно понятным. Для удовлетворения данного требования, при разработке интерфейса были применены технологии HTML5, в частности возможность указания загружаемых файлов перетаскиванием (Drag-and-drop), вставка изображений из буфера. А чтобы пользователь мог видеть что он загружает, при указании файлов, генерируется небольшая иконка. Если же браузер не поддерживает HTML5, то пользователь видит упрощенный интерфейс.

Разработанное ПО может использоваться для хранения и передачи графических данных (чертежи, модели, схемы и т.д.) внутри компании, что способ-

но сэкономить пространство на жестких дисках сотрудников и упростить поиск и навигацию при хранении данных на сервере. Особенно актуально для компаний, работающих с большим количеством графической информации и имеющих офисы (или сотрудников) в различных городах или странах.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ЭЛЕКТРОННОЙ БИБЛИОТЕКИ УНИВЕРСИТЕТА

А.В. Марченко

Научный руководитель – Гостин А.М., к.т.н., доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет

Виртуальная библиотека - это информационная система, позволяющая надёжно сохранять и эффективно использовать разнообразные коллекции электронных документов, локализованных в самой системе, а также доступных ей через телекоммуникационные сети. Электронная библиотека активно формирует информационные ресурсы для обеспечения процессов образования, развивает связи и отношения между всеми компонентами информационно-образовательной среды.

Электронно-библиотечная система (ЭБС) — это совокупность используемых в образовательном процессе электронных документов, объединённых по тематическим и целевым признакам, снабженная дополнительными сервисами, облегчающими поиск документов и работу с ними, и соответствующая всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования нового поколения.

В настоящее время существует три вида электронных библиотечных ресурсов:

1) цифровой информационно-библиотечный комплекс - включает только использование электронных ресурсов без возможности копирования и без предоставления в сети Интернет;

2) образовательная электронно-библиотечная система - воспроизводит и доводит до пользователей Интернета актуальную учебную литературу на основе приобретения лицензий у издателей и авторов;

3) специализированные электронные базы данных - включают научные и иные материалы по тематическим направлениям.

Для решения задач быстрого поиска, отбора и хранения учебно-методической литературы, в РГРТУ был разработан программный модуль электронной библиотеки высшего учебного заведения, основными функциями которой являются:

- интеграция разнородных массивов текстовой информации;
- регистрация (публикация) новой учебно-методической литературы;
- хранение и предоставление доступа к этой литературе;
- расширенный поиск по базе данных библиотеки – поиск по ключевым словам или по параметрам, таким как автор, название, издательство, год издания, и др.);

При создании модуля использовались технологии *XML*, *XSLT*, *X-Path*, реализованные в *XML* процессоре ESOP, разработанным Центром Новых Информационных Технологий РГРТУ. Эти технологии были выбраны в связи с тем, что позволяют без особых затрат организовать хранение и редактирование данных, сбор их от пользователей и отображение в удобном для

них виде. Разработка системы для среды *Internet* позволяет ей эффективно работать под управлением самого популярного и функционального сервера *Apache*.

XML процессор ESOP (улучшенный простой объектный процессор) представляет собой компактный и мощный инструмент быстрой разработки Интернет приложений с поддержкой стандартов *XML*, *X-Path*, *XSLT* и СУБД *MySQL*. Программный процессор реализован на языке Perl, работающий под управлением *mod_perl* 2.0 Web-сервера *Apache*. Доступ программному процессору ESOP обеспечивается через Web-браузер пользователя и *HTTP* протокол.

Модуль был реализован с помощью архитектуры Model-View-Controller. Такая архитектура предполагает разделение данных приложения, пользовательского интерфейса и управляющей логики на три отдельных компонента: модель, представление и контроллер – таким образом, что модификация каждого компонента может осуществляться независимо. Модель (Model) предоставляет данные предметной области представлению и реагирует на команды контроллера, изменяя свое состояние. Представление (View) отвечает за отображение данных предметной области (модели) пользователю, реагируя на изменения модели. Контроллер (Controller) интерпретирует действия пользователя, оповещая модель о необходимости изменений.

Модель, представление и контроллер хранятся в системе в виде конфигурационного XML-файла. Модель позволяет совмещать доступ к данным системы, хранящимся в виде XML-документов и таблиц базы данных *MySQL*. Представление интерфейса системы построено с применением XSLT-шаблонов для вывода XML данных модели в результирующее XHTML дерево, отображаемое Web-браузером пользователя.

ОСОБЕННОСТИ УСТАНОВКИ UBUNTU 12.4 НА RAID

А.Н. Крюков

ООО «Технозащита»

В годы спада сокращается аппарат, затраты на управление и поддержание инфраструктуры. Гибкий менеджер вспоминает о свободном программном обеспечении (СПО) и заменяет им «проприетарное».

Что делать в этих условиях специалисту по ИТ?

- 1.Подготовить компьютеры.
- 2.Поставить на них десктопную Ubuntu 12.4 на SATA RAID Mirror, зашифровать домашнюю папку основного пользователя.
- 3.Обновить ОС и выполнить её настройки.
4. Защитить КИ, ПД и КИ.
- 5.Заменить компьютеры на подготовленные и обучить пользователей.

Если предполагается использование виртуальной машины, необходимо, чтобы у процессора было не менее 2 ядер, а на материнской плате – не менее 2Гб памяти; лучше 4 ядра и 4 Гб. Поскольку потребности виртуальной машины в графической подсистеме не велики, достаточно видеокарты с 256 Мб, или встроенной. Целесообразно иметь процессор и чипсет Intel, но AMD тоже подходит. Видеокарту желательно NVIDIA, или использовать

встроенную в процессор. Не рекомендуются видеокарты и чипсеты ATI – могут быть проблемы с драйверами.

Поскольку работа виртуальной машины в зашифрованной папке сильно нагружает HD, целесообразно ставить ОС на SATA RAID Mirror. Диски желательно охлаждать. Чипсет целесообразно промазать термопастой, удвоить площадь радиатора и снабдить кулером. Снизить звук можно, перевернув кулер, с тем, чтобы он выкачивал воздух.

Образ (*.iso) Ubuntu 12.4 скачивается с сайта www.ubuntu.com. В SMOS Setup Utility открываем Integrated Pherlpherals и включаем RAID-контроллер, затем настраиваем его, чтобы получился SATA RAID Mirror.

Перезагружаем компьютер, выставляем загрузку с LiveCD Ubuntu 12.4, нажимаем «пробел», выставляем язык загрузки. После «запуска Ubuntu без установки» пробуем FireFox выйти в Интернет. Если это получилось – можно начинать установку, если нет – перезагружаемся снова и ставим режим poaric polaric. Если и после этого в Интернет система не вышла – ищем другое «железо» или другой дистрибутив ОС.

Установщик системы не увидит SATA RAID Mirror, как единый диск, если оба HD будут содержать информацию. Поэтому перед установкой ОС запускаем «дисковую утилиту» и проверяем, что диски: а) не размечены б) не имеют ошибок, битых (BAD) или перераспределённых секторов.

Затем запускаем GParted и проверяем, что на дисках в отдельности и в RAID в целом нет ни одной размеченной партии. Иногда приходится предварительно заполнять случайными числами диски.

Запустив установку Ubuntu 12.4, проверяем раскладку клавиатуры. Не ставим «птичку» «скачать обновления при установке» (это лучше делать потом), но ставим «установить это стороннее программное обеспечение», чтобы сразу установить кодеки mp3 и другие.

Если Вы не сильны в Linux, поставьте «точку» «стереть диск и установить Ubuntu». Если хотите сами попробовать разметить диск – установите «другой вариант».

Если установщик видит зеркалированный массив, как один диск, например, как /dev/mapper/isw_bjdhbdccfd_Volume0, смело нажимайте «новая таблица разделов», «добавить» и выбирайте «первичный» раздел, файловую систему «ext3» и точку монтирования в корень диска – «/». Ext3 – журналируемая файловая система, файлы на которой можно прочитать и из-под Windows: соответствующий плагин достаточно распространён. Чтобы прочитать файлы на ext4, потрудиться придётся больше.

Если установщик диск никак не видит – нужно разбираться с дисками, RAID-контроллером, чипсетом и так далее, как уже было описано.

Размер создаваемого раздела выбирайте на 7,5 Гб меньше размера HD, с тем, чтобы оставить 7,5 Гб на раздел подкачки. Можно и меньше, но если вы будете в будущем копировать файлы большого объёма – фильмы, дистрибутивы – они должны же куда-то помещаться?

Определив размер основного раздела, жмите «добавить», и в графе «использовать как» выбирайте «раздел подкачки».

Теперь нужно установить загрузчик в корень RAID, для чего откройте «установить загрузчик» и выбирайте самую длинную надпись, желательно со словом «mirror» в середине.

Остались «мелочи»: выбрать ваше имя и имя компьютера (целесообразно маленькими английскими буквами, и не длиннее 8 знаков; цифры можно).

Чтобы задать «сильный пароль», возьмите старинное русское слово, сделайте в нём 1-2 грамматические ошибки и напишите его английскими буквами, в случайном порядке большими и маленькими. Затем возьмите цифры, которые вы не забудете (не берите дату рождения свою и родственников), и «замешайте» их среди букв.

Если хотите, чтобы Вашу домашнюю папку никто не прочитал, даже в случае кражи компьютера, поставьте «птичку» «шифровать мою домашнюю папку». Но учтите: если вы забудете свой пароль, Вы её тоже не прочтёте.

Дальше – проще: введите свой часовой пояс и наслаждайтесь, пока Ubuntu ставится на Ваш компьютер.

Если после перезагрузки компьютер загрузится, введите пароль, полюбуйтесь рабочим столом и подождите 5 минут. Система попросит ввести passphrase: это – ключ шифрования. После его ввода запишите цифры и буквы хэш-функции: она может помочь восстановить потерянные файлы (не обязательно получится).

Прежде, чем устанавливать обновления, установите плановые обновления проприетарного драйвера (если он в Вашей системе используется) и перезагрузитесь: возможен вариант, при котором в результате обновления графической подсистемы одновременно с ОС, графика может не запуститься.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ

В.С. Редькин

Научный руководитель – Бабаян П.В., к.т.н.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящее время все больший интерес вызывают методы биометрической идентификации, позволяющие определить личность человека по его физиологическим характеристикам путем распознавания по образцам. Классический пример биометрии – анализ отпечатков пальцев, а к новейшим технологиям относятся распознавание сетчатки и радужной оболочки глаза. Для интеллектуальных сред нового поколения лучше всего подходят технологии распознавания лиц и голоса. Они ненавязчивы, они, как правило, пассивны, они не ограничивают пользователя в свободе перемещений, к тому же потребляют мало энергии и недороги.

Распознавание лиц имеет столь же давнюю историю, что и проблема компьютерного зрения. Эта задача имеет серьезную практическую перспективу и вызывает большой исследовательский интерес.

В общем случае задача идентификации личности состоит из двух этапов [1]:

1. определение местоположения лица на изображении.
2. идентификация обнаруженного лица.

Методы, используемые для реализации первого пункта, можно разделить на две группы:

1. эмпирические методы (сюда относятся методы, отталкивающиеся от опыта человека в распознавании лиц и делающие попытку формализовать и алгоритмизовать этот опыт, построив на его основе автоматическую систему распознавания);

2. моделирование изображения лица (эта категория опирается на инструментарий распознавания образов, рассматривая задачу обнаружения лица, как частный случай задачи распознавания)

Для реализации второго этапа применяется набор алгоритмов, среди которых наибольшей популярностью пользуются:

1. Анализ антропометрических характеристик
2. Метод главных компонент
3. Сравнение эластичных графов
4. Сравнение эталонов
5. Скрытые марковские модели [2]
6. Нейронные сети

У каждого из перечисленных методов есть свои достоинства и недостатки. Выбор того или иного метода определяется множеством факторов (требуемая точность работы и быстродействие, сложность реализации и т.д.). В современных системах обычно используется комбинация нескольких методов.

В результате проведенных исследований было разработано программное обеспечение для распознавания лиц на основе следующих методов:

- метода скрытых марковских моделей и метода главных компонент.

Было исследовано:

- влияние размера базы моделей лиц на точность работы данных алгоритмов;
- влияние на точность распознавания параметров входных изображений;
- влияние шума на результаты работы данных алгоритмов.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ (ГК № 16.740.11.0519).

Библиографический список

1. Бонгард М.М. Проблема узнавания, М., "Наука", 1967
2. Форсайт Д.А., Понс Ж. Компьютерное зрение: современный подход / Д.А. Форсайт, Ж. Понс: пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004.

РАЗРАБОТКА ЛИЧНОГО WEB-КАБИНЕТА АБОНЕНТА

Д.В. Аникеев

Научный руководитель – Маркин А.В., к.т.н., профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящее время все большая часть повседневных операций переходит в интернет. Там можно покупать товары, заказывать и оплачивать услуги, записываться на прием к врачу и пр. Одной из таких востребованных операций является управление и оплата жилищно-коммунальных услуг. Важной отличительной особенностью здесь является то, что один абонент

может получать услуги от нескольких различных организаций, каждая из которых ведет свой лицевой счет абонента. Необходимо создать единый личный web-кабинет абонента, в котором он смог бы консолидировать все свои лицевые счета и оплачивать электронными денежными средствами или с помощью банковской карты сразу все предоставленные ему услуги. В докладе приводится концепция такого web-кабинета.

Разрабатываемый web-кабинет является частью платежной системы «Абонент», которая в свою очередь есть составляющая расчетно-платежного комплекса «Абонент+» [1]. Платежная система, а как следствие и web-кабинет, тесно связана с расчетной системой, предназначенной для оперативного ведения лицевого счета абонента. Такая тесная связь позволяет получать в web-кабинете информацию не только о платежах, но и различных характеристиках абонента в реальном времени, прямо или косвенно влияющих на размер начислений за услуги. Так же это позволяет ресурсоснабжающим и обслуживающим организациям не заботиться о создании специализированной выгрузки данных для той или иной платежной системы.

Web-кабинет подразумевает наличие двух разных типов пользователей: абонента и организации, оказывающей жилищно-коммунальные услуги. Пользователь «абонент» имеет три уровня доступа к системе, различающиеся функциональными возможностями абонента. Первый уровень доступа – незарегистрированный абонент (абонент без web-кабинета). Такой абонент может видеть только справочную информацию о том, какие услуги можно оплатить с помощью кабинета, а так же какие организации к нему подключены. Следующий уровень доступа открывается после регистрации в web-кабинете. На данном уровне абонент может подключать к кабинету свои различные лицевые счета в той или иной организации, а так же производить оплату либо общей суммой по всем организациям, либо в отдельности по каждой организации. Сумма оплаты разбивается пропорционально величине задолженности абонента по соответствующей услуге. Если у абонента по всем услугам переплата, то сумма оплаты разбивается обратно пропорционально размеру переплаты. Последний уровень доступа открывается для каждой из организаций в отдельности. Абонент отправляет запрос в организацию, они договариваются о встрече, на которой он подтверждает свою личность. После получения третьего уровня доступа абонент сможет вносить показания своих счетчиков, зарегистрированных в организации, проводить оплату в отдельности по каждой из услуг, просматривать детализированную информацию о своем балансе, характеристиках, а так же оставлять различные заявки на изменение характеристик или ремонт оборудования, если организация предоставляет такие услуги.

С точки зрения организации работа с web-кабинетом происходит достаточно просто и начинается в момент перехода абонента со второго уровня доступа на третий, что регистрируется организацией путем установки в расчетной системе соответствующего признака. Дальнейшая работа заключается в просмотре и удовлетворении заявок абонента об изменении характеристик или ремонте оборудования. Прием оплаты и передача показаний через web-кабинет схожи с приемом оплаты и передачей показаний через сторонние организации, например банки или клиенты платежной системы «Абонент», и выполняются автоматически.

Таким образом, личный web-кабинет абонента позволяет собрать под одной учетной записью все лицевые счета абонента в различных организациях, причем сразу по нескольким его адресам, что позволит ему не тратить время на очереди в пунктах приема оплаты или банкоматах, и при этом более оперативно управлять своим лицевым счетом. Кроме того, это позволяет обеспечить прозрачность расчетов и повысить оперативность принятия решений.

Библиографический список

1. Расчетно-платежный комплекс «Абонент+» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.abonentplus.ru>.

СОВРЕМЕННЫЕ СПИНТРОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И УСТРОЙСТВА ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

О.В. Боровикова, П.Ю. Раду

Научный руководитель – Орехов В.В., к.т.н., профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящее время кодирование информации для записи на носители данных осуществляется при помощи заряда электрона. Однако по закону Мура в скором времени твердотельная электроника дойдет до предела своих возможностей, из-за возрастания тепловыделения зарядного тока и влияния квантовых эффектов в микроустройствах. Одним из возможных путей дальнейшего развития информационных технологий является спинтроника [1].

Спинтроника – область квантовой электроники, занимающаяся изучением спинового токопереноса в твердотельных структурах [2].

В данном докладе проводится аналитический обзор современных спинтронных технологий и устройств обработки информации, которые основаны на следующих эффектах [3]:

- гигантское магнетосопротивление;
- туннельное магнетосопротивление;
- эффект переноса спина.

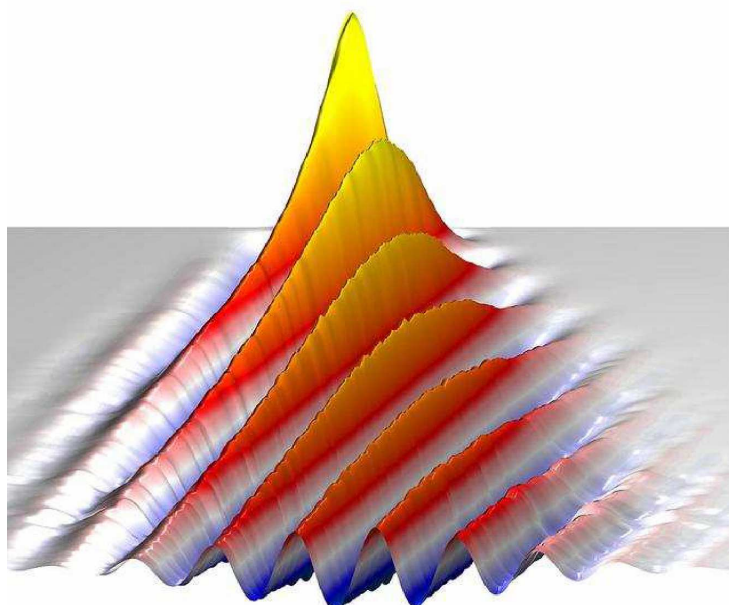


Рис.1. Экспериментально полученная спираль спинтронов

В работе рассмотрена историческая сторона и основные этапы развития спинтроники, начиная с открытия гигантского магнетосопротивления до спирали спинтронов (рис. 1) . А также отражены преимущества и существующие проблемы развития данной области и ее перспективные направления:

- квантовый компьютер;
- спинтронный транзистор;
- спиновая память (высокоскоростное переключение магнитного состояния);
- спин-электронные сенсоры позиционирования и движения.

Проанализировав современное состояние спинтроники, можно сказать, что высокий коммерческий потенциал, заложенный в спиновой электронике, подстегивает активность исследований в этой области во всем мире, и достигнутые успехи, возможно, определяют технологии XXI века.

Библиографический список

1. Xu, Y. B., and S. M. Thompson. 2007. Spintronic Materials and Technology (Series of Materials Science and Engineering). Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor & Francis Group, 423 pp.
2. Daintith, J. (Ed.). 2012. A Dictionary of Physics. New York: Oxford University Press, 624 pp.
3. Dieti, T., D. Awschalom, M. Kaminska, and H. Ohno. 2010. Spintronics (semiconductors and semimetals: volume 82). Oxford, UK: Elsevier Science & Technology 536 pp.
4. Shinjo, T. 2009. Nanomagnetism and Spintronics. Oxford, UK: Elsevier Science & Technology. 346 pp.
5. Khanna, V. K. 2012. Nanosensors: Physical, Chemical, and Biological (Series of Sensor: no. 5). London, UK: CRC Press, Taylor & Francis Group, 665 pp.

АЛГОРИТМ КЛАССИФИКАЦИИ СЕТЕВЫХ АТАК НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Л.С.Крупнов

Научный руководитель – Кириллов С.Н., д.т.н., профессор
Рязанский государственный радиотехнический университет

Рассматривается ряд проблемных вопросов по проектированию алгоритма классификации сетевых атак, а так же преимущества использования нейронных сетей для обнаружения и классификации сетевых атак. Дано общее определение сетевой атаки, и ее основные признаки.

Целью данного доклада является разработка эффективного алгоритма классификации сетевых атак.

Проанализированы наиболее уязвимые к сетевым атакам сети. Представлена статистика использования сетевых технологий в разных отраслях за прошедшие 10 лет, а так же актуальность защиты обрабатываемых данных. Отмечен значительный рост количества конфиденциальных данных, обрабатываемых с помощью компьютерных сетей.

Дана комплексная классификация сетевых атак. Проведен обзор традиционных методов борьбы с каждым отдельным классом сетевой атаки, с выделением основных достоинств и недостатков. Рассмотрен вопрос о защите от атак комплексного характера, которые представляют собой комбинацию из известных классов сетевых атак.

Предоставлена актуальная статистика распространенности каждого из классов сетевых атак по данным ведущих вендоров в области сетевой безопасности. Рассмотрены наиболее опасные и наиболее распространенные классы сетевых атак. Предоставлена статистика успешности детектирования и устранения отдельных классов сетевых атак.

Разработан алгоритм классификации сетевых атак на основе искусственных нейронных сетей. Описаны преимущества и недостатки данного алгоритма. Обоснована определенная структура нейронной сети. Рассмотрены различные источники данных, поступающих на вход нейронной сети и позволяющих производить непрерывный мониторинг компьютерной сети. Предоставлены результаты экспериментов по выявлению сетевых атак и статистика ложных срабатываний. Полученные данные сравниваются с результатами работы классических методов обнаружения сетевых атак.

Предоставлены выводы о необходимости продолжения работ в данной области в силу потенциала нейросетевых технологий. Даны рекомендации для дальнейших исследований в данной области.

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ LATEX В УЧЕБНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

О.В. Михайлина

Научный руководитель — Зайцев А.А., к.т.н.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматривается ряд вопросов, связанных с решением проблемы несоответствия текстов в различных кодировках. Набрав текст в каком-либо текстовом редакторе, нельзя быть уверенным, что на другом компьютере этот документ будет правильно прочитан, если вообще он откроется. Поэтому необходима единая издательская система для написания различных документов, которые могут включать в себя как формулы, так и различные таблицы и графики. Эта проблема очень актуальна у студентов. При написании дипломных и курсовых работ вполне возможны подобные казусы.

Чтобы их избежать, можно воспользоваться системой компьютерной верстки TEX, которую создал еще в конце 70-х годов XX века американский математик и программист Дональд Кнут.

Написанный с помощью этой системы документ будет иметь полиграфическое качество и обязательно откроется и будет выглядеть одинаково на любом компьютере.

Программа TEX (и все издательские системы на ее базе) неприхотлива к технике - она работает даже на 80286-процессоре, а уж с современными компьютерами проблем естественно не возникнет.

Поговорим о популярной системе LATEX (основана на TEXe), созданной Лесли Лэмпортом. Она завоевала внимание не только полиграфистов, но и

обычных людей, которым необходимо по роду своей деятельности готовить сложные документы.

Также существуют другие издательские системы на базе TEXa - Plain TEX и AMS-TEX - но они ориентированы на узкий круг приложений.

Вернемся к LATEXу. Он обладает рядом недостатков, которые ничуть не смущают его пользователей. Коротко о них.

В отличие от Microsoft Worda LATEX не является системой типа WYSIWYG (What You See Is What You Get). То есть для того, чтобы посмотреть, как будет выглядеть на печати набираемый документ, необходимо запустить отдельную программу(компилятор). Кроме того, чтобы уверенно работать с LATEXом, необходимо тщательно изучить его, что требует времени. И даже изучив основы, затем потребуется периодически заглядывать в пособия. Наконец, могут возникнуть некоторые проблемы с русским языком (ведь эта программа разрабатывалась американским программистом).

А теперь о достоинствах.

LATEX как издательская система предоставляет удобные и гибкие средства достичь полиграфического качества. В частности, указав с помощью простых средств логическую структуру текста, автор может не вникать в детали оформления, причем при необходимости эти детали можно заменить (к примеру шрифт заголовков можно исправить всего одной строкой, не находя их в тексте). Такие вещи, как нумерация разделов, ссылки и оглавление, получаются почти "сами собой".

Огромным плюсом LATEXa является гибкость и высокое качество верстки абзацев и математических формул (в этом отношении TEX еще не превзойден).

Например, формула вычисления свертки будет выглядеть только так и никак иначе:

$$y(n) = \sum_{k=0}^{N-1} x((n-k)) \cdot h(k)$$

В любом случае достоинства преобладают над недостатками и целесообразно использовать эту систему компьютерной верстки для оформления сложных документов.

WINDOWS 8 КАК НОВАЯ СРЕДА ДЛЯ НАУЧНЫХ РАЗРАБОТОК

А.Г. Гуськов, И.С. Данилов, В.В. Ялама

Научный руководитель – Коваленко В.В., к.т.н., доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет

Windows 8 использует новый интерфейс Metro, уже знакомый владельцам Windows Phone 7. Также доступен вариант под названием «Рабочий стол». В Windows Phone 8 используется то же ядро, что и в настольной версии ОС. Это выигрышная стратегия для разработчиков оборудования, т.к. они могут создавать как смартфоны, так и планшеты, плюс ультрабуки или решения all-in-one.

Унификация ядра операционной системы - это очень сильный шаг, который ведет сразу к двум последствиям. Первое – для производителей аппаратных средств становится выгодным выпускать не один тип устройств (например, смартфоны), но и планшеты на Windows RT или Windows 8, ли-

бо какие-то иные устройства. Чем больше типов устройств поддерживается на одной аппаратной платформе, тем меньше стоимость разработки для каждого такого устройства.

Для просмотра фото, видео и прослушивания музыки в Metro нашлись соответствующие приложения. За просмотр фотографий отвечает приложение «Фотоальбом». Кроме фотографий из обычной библиотеки Windows приложение может показывать фотографии из синхронизированных аккаунтов Facebook, Flickr и Skydrive.

Приложение, предназначенное для просмотра видео, называется Видео. С его помощью можно посмотреть видеоролики, которые находятся как в библиотеке Windows, так и в любом месте на жёстком диске. Из этого же приложения можно зайти в XboxLive и смотреть видео оттуда.

Все приложения, которые работали на Windows 7, будут работать и на компьютерах с Windows 8. А привычный рабочий стол будет доступен через тайл на главном экране Windows 8. Туда же можно будет поместить ярлычки вызова любых обычных приложений.

Что касается производительности новой системы, то ожидается, что компьютеры на ее основе будут включаться быстро, в некоторых случаях практически мгновенно, и будут готовы к работе без каких-либо долгих и неожиданных задержек.

Новый вариант дизайна стал удобнее для операций перемещения, копирования файлов и т. д. Вместо меню «Пуск» в новом интерфейсе используется «активный угол», нажатие на который вызывает новый пользовательский интерфейс.

Важной целью для разработчиков Windows 8 является значительное сокращение энергопотребления устройств на ее основе. Создание приложения в стиле Metro в Visual Studio или Blend начинается с выбора шаблона проекта.

ОБУЧЕНИЕ ПОИСКОВОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ АЛГЕБРЫ ПОИСКОВЫХ АГЕНТОВ

И.Ю.Каширин, С.А.Минашкин

Научный руководитель - Каширин И. Ю., д.т.н., профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет

Для анализа функциональных возможностей композиций поисковых агентов опишем соответствующую прикладную универсальную алгебру [1]. В дальнейшем описании используются теоретико-множественные операции и отношения " $\cup$ ", " $\cap$ ", " $\supseteq$ ", " $\subseteq$ ", означающие соответственно объединение, пересечение множеств, обратное нестрогое и прямое нестрогое включения множеств. Кроме того, используются логические связки "&", " $\vee$ ", " $\Rightarrow$ ", означающие соответственно конъюнкцию, дизъюнкцию и импликацию аргументов. Знаки " $\forall$ ", " $\exists$ " соответствуют кванторам всеобщности и существования.

Пусть A – потенциально бесконечное множество поисковых агентов, а D – так же возможно бесконечное множество информационных ресурсов

(документов) глобальной сети или достаточно большого информационного хранилища. Формально это можно записать следующим образом:

$A = \{a_1, a_2, \dots, a_i, \dots\}$, где a_i - i -й поисковый агент,

$D = \{d_1, d_2, \dots, d_j, \dots\}$, где d_j - j -й документ.

В этом случае множество D является универсумом информационных ресурсов, на котором ведется поиск.

Применение агента a_i в качестве фильтра к универсуму D приведет к получению некоторого подмножества $D_i \subseteq D$, соответствующего функциональной направленности поискового агента. В частном случае множество D_i может оказаться пустым:

$$\forall a_i, \exists D_i \quad [a_i(D) = D_i] \ \& \ [D_i \subseteq D \vee D_i = \{\emptyset\}].$$

Очевидно, что на универсуме поисковых ресурсов существует универсальная алгебра множеств, содержащая в своей сигнатуре операции дополнения, объединения и пересечения. Описание этой алгебры в силу ее известности оставим за рамками настоящей статьи.

Кроме того, как рассматривалось ранее, множество поисковых агентов A можно разделить на три подмножества:

$A = \bar{A} \cup \tilde{A} \cup \hat{A}$, где $\bar{A}$ - множество браузерных агентов, $\tilde{A}$ - множество агентов расширенного поиска, $\hat{A}$ - множество композиций агентов из $\bar{A}$ и $\tilde{A}$. Предполагается также, что в каждом из этих подмножеств существуют нулевой агент, обозначаемый как "0" и единичный агент, обозначаемый " λ ". Смысл первого из них в том, что он, не осуществляя поиска, выдает после своей работы пустое множество информационных ресурсов, в то время как второй выдает после своей работы все множество ресурсов, которое у него было на рассмотрении (на входе):

$$O(D_i) = \emptyset, \quad \lambda(D_i) = D_i.$$

В описанном множестве A , так же как и в его подмножествах, можно выделить базис элементарных поисковых агентов A_0 , $\bar{A}_0$, $\tilde{A}_0$, $\hat{A}_0$, неразложимых при их декомпозиции на более простые:

$$A_0 = \bar{A}_0 \cup \tilde{A}_0 \cup \hat{A}_0.$$

Алгебра OWL-ориентированных поисковых агентов A_{OWL} описывается следующей двойкой:

$$A_{OWL} = \langle A, \Omega \rangle,$$

где A - рассмотренное ранее множество всех поисковых агентов, а Ω - сигнатура алгебры, т.е. множество операций, замкнутых на множестве A . Ω является конечным множеством и состоит из следующих операций:

$$\Omega = \{\bullet, \uparrow, \downarrow, \uparrow\downarrow, \oplus\},$$

где " $\bullet$ " - операция последовательной композиции агентов,

" $\uparrow$ " - операция дополнения агента соответствующим ему расширением поиска,

"↓" – операция удаления расширения из агента расширенного поиска,

"↑" – операция дополнения расширения поиска соответствующим ему нерасширенным агентом поиска,

"↓" – операция удаления нерасширенного агента поиска из расширенного агента поиска,

"⊕" – операция объединения агентов, при которой получается новый агент, включающий после своей работы результаты двух агентов.

Таким образом, алгебра A_{OWL} имеет следующий тип:

$\langle O(0), \lambda(0), \bullet(2), \uparrow(1), \downarrow(1), \uparrow(1), \downarrow(1), \oplus(2) \rangle$,

Где в круглых скобках указывается местность операций (число аргументов).

Обучение поисковой системы фактически сводится к построению достаточно полного и точного по своим результатам поискового агента за счет правильного подбора последовательности операций из алгебраической системы AS_{OWL} для получения пертинентного поискового агента.

Очевидно, что необходимость внесения изменений в структуру поискового агента может быть вызвана двумя причинами:

- пользователь не получил всех необходимых ему информационных ресурсов,
- пользователь получил информационные ресурсы, в которых не испытывал необходимости.

Таким образом, на первых этапах обучения все информационные ресурсы D_{res} , выданные пользователю после работы агента, соответствующего подобранным и ранжированным ключевым словам и словосочетаниям, можно разделить на два непересекающихся подмножества:

$$D_{res} = \{D_+, D_-\}, \quad D_+ \cap D_- = \emptyset,$$

где D_+ - релевантные ресурсы, D_- - нерелевантные ресурсы.

Кроме того, в универсуме D информационного хранилища, на ресурсах которого осуществляется поиск, существуют документы D_{out} , которые должны были войти в множество D_+ , но не вошли в результате несовершенства поискового агента.

Если рассмотреть основные свойства алгебраической системы AS_{OWL} , становится понятно, что нерелевантные ресурсы D_- можно исключить лишь добавлением последовательной композиции поискового агента. Для этого необходимо решить уравнение, в котором бы одним из членов был неизвестный поисковый агент X , который работал бы как фильтр для документов D_- .

$$a_i \bullet X = a_i, \quad a_i(D) = D_{res} = D_+ \cup D_-, \quad a_i(D) = D_+.$$

В то же время поисковый агент $a_i(D) = D_{res}$ должен быть таким образом, чтобы включить в свой результат элементы D_{out} . Для этого потребуется

решение уравнения, в котором бы одним из членов был неизвестный агент Y , который бы работал на добавление информационных ресурсов D_{out} .

$$a_i \oplus Y = a_i, \quad a_i(D) = D_{res} = D_+ \cup D_-, \quad a_i(D) = D_+ \cup D_{out}.$$

Таким образом, должна быть решена система уравнений из двух только что описанных уравнений. Решение следует искать, как подстановку $\{X \rightarrow a_t, Y \rightarrow a_s\}$, дающую композиционный поисковый агент:

$$(a_i \bullet X) \oplus Y = a_{res} = (a_i \bullet a_t) \oplus a_s, \quad a_{res}(D) = D_+ \cup D_{out}.$$

Сложность такого решения обусловливается связанностью требований одновременного уточнения и расширения результата D_{res} . Например, можно решать и другое уравнение:

$$(a_i \oplus Y) \bullet X = a_{res} = (a_i \bullet a_t) \oplus a_s, \quad a_{res}(D) = D_+ \cup D_{out}.$$

Эта задача упрощается, если на момент решения системы уравнений в множестве-носителе алгебры уже эксплицитно выделены (сгенерированы ранее) элементы a_t, a_s . Как правило, на практике приходится получать эти элементы заново, настраивая агенты по дополнительным ключевым словам и словосочетаниям, сообщаемым пользователем в процессе цикла обучения поисковой системы. Алгоритм обучения может работать циклически, попеременно комплексируя, то последовательные дополнительные агенты, играющие роль фильтров, то добавляя расширяющие элементы.

Библиографический список

1. Aleks Kleyn, Representation Theory: Representation of Universal Algebra, Lambert Academic Publishing, 2011.

Секция 5
Использование свободного программного обеспечения
в научных исследованиях и в образовании

**АДАПТИВНЫЙ ИГРОВОЙ ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО
ОБУЧЕНИЯ ОСНОВАМ ПРОГРАММИРОВАНИЯ И АЛГОРИТМИЗАЦИИ**

Н.В. Еременко

Научный руководитель - Зеленко Л.С., к.т.н., доцент

**Самарский государственный аэрокосмический университет имени
акад. С.П.Королева (национальный исследовательский
университет) (СГАУ)**

В XXI веке актуальными проблемами стали нехватка квалифицированных специалистов в области информационных технологий и быстрое старение умений и знаний, получаемых ими в учебных заведениях. Эти проблемы позволяют эффективно решать дистанционное обучение, так как одно из его преимуществ - это возможность адаптивного представления учебных материалов и задач.

Тренажер, разрабатываемый автором, представляет собой web-приложение и позволяет школьникам младших и средних классов в игровой форме изучать и использовать на практике различные операторы, а также циклические конструкции, функции, рекурсию, ветвление. Основной персонаж тренажера – колобок, который может перемещаться по клеткам игрового поля с помощью заданной системы команд.

В системе реализовано две роли пользователей: администратор (преподаватель) и обучаемый. Администратор может создавать задания - небольшие алгоритмические задачи, сложность которых увеличивается от уровня к уровню. Обучаемый должен составить алгоритм действий колобка-робота так, чтобы он в ходе их выполнения собрал все желтые точки с игрового поля. При этом количество свободных ячеек программной памяти ограничено.

Все сведения о заданиях и действиях игрока (программах) фиксируются в базе данных, расположенной на сервере, обмен данными осуществляется через php-скрипты. Программное обеспечение реализовано с помощью технологии Adobe Flash на языке Action Script 2.0.

На данном этапе тренажер реализован в виде игровой многоуровневой программы, но в дальнейшем в него должна быть включена интеллектуальная составляющая:

1. *Интеллектуальный анализ* получаемого решения задачи. Задача интеллектуального анализатора - оценить, готов ли обучаемый перейти к решению более сложных задач.

2. *Интерактивная помощь* при решении задач. Задача - предоставить обучаемому помощь на каждом шаге решения задачи (от выдачи совета до оповещения о неправильно сделанном шаге).

3. *Построение последовательности курса обучения.* Задача - обеспечить обучаемого индивидуально спланированной последовательностью заданий (на основе данных о результатах уже пройденных игровых уровней).

Разрабатываемый адаптивный игровой тренажер будет внедрен в учебный процесс системы дистанционного обучения «Школа информатики СГАУ». Кроме того, он может использоваться при изучении информатики в общеобразовательных школах.

ПОЗНАВАТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕРНЕТ-ПРОЕКТОВ ПО ФИЛОСОФИИ

С.Н. Еремин, А.С. Леухина

Научный руководитель – Виликотская Л.А., к.ф.н., доцент

**Рязанский институт (филиал) Московского Государственного
Открытого Университета им. В.С. Черномырдина**

В связи с вхождением в нашу жизнь мировой информационной сети Интернет, безусловно, можно говорить об очередной научно-технической революции, имеющей для человечества не меньшее значение, чем в своё время изобретение и внедрение книгопечатания. Целесообразность использования глобальной сети во всех областях человеческой деятельности теперь уже ни у кого не вызывает сомнений. В учебной и научной работе при изучении философии у данного вида электронных ресурсов открывается ряд возможностей. Как нам представляется, их можно разделить на следующие категории:

1) информационные порталы, содержащие подборки ссылок на сайты отечественных и зарубежных организаций и философских центров, периодических изданий научного и образовательного профиля, библиотек, тематических сайтов. Часто встречаются ссылки на энциклопедии и справочники, доступные в Интернет, материалы по истории философии, лекции, программы курсов.

Пример: <http://www.nsu.ru/filf/pha> - Международный архив философии истории Новосибирского госуниверситета.

2) сайты философских факультетов ВУЗов, философских организаций, научных учреждений философии.

Пример: <http://www.iph.ras.ru> - Институт философии РАН.

3) общегородские философские порталы, дающие представление о философской жизни в конкретном городе; сравнительно новое для нашей страны, развивающееся явление.

Пример: <http://www.phil63.ru> - общегородской философский сайт, дающий представление о философском сообществе Самары.

4) интернет-порталы, форумы, он-лайн конференции, посвященные философским дисциплинам, содержащие подборки статей современных авторов, их последующие обсуждения, анонсы ближайших событий. Как правило, на подобных сайтах присутствует краткий словарь философских терминов, помогающий быстро выяснить суть незнакомого термина или названия.

Пример: <http://www.censura.ru> - независимый философский проект, инициаторами которого выступает группа преподавателей и выпускников философского факультета МГУ.

5) персональные сайты философов, к примеру, посвященные Ницше, Спинозе и др.

6) интернет-справочники и интернет-библиотеки, каталоги ресурсов.

7) сайты эзотерического содержания.

Пример: <http://www.newacropol.ru>.

К познавательным возможностям интернет-проектов несомненно следует отнести создание комплекса общедоступных бесплатных ресурсов для учебы и научной работы, а также появляющуюся возможность дистанционного обучения. Позитивные стороны данного типа проектов очевидны и неоспоримы, однако не следует недооценивать возможные недостатки выбора подобного способа обучения, ведь большинство интернет-ресурсов, предлагающих ту или иную помощь в образовательном процессе, отнюдь не гарантирует качество предоставляемой информации.

В результате сравнительного анализа сетевых проектов к использованию в учебной и научной деятельности был рекомендован ряд интернет-ресурсов, представляющих с точки зрения авторов достоверную и объективную информацию. Также был выделен ряд сетевых источников информации, изучение которых способствует пониманию сути изучаемых вопросов, формированию собственного взгляда на проблему, но не обеспечивающих получение объективного научного знания. Ряд проектов был признан крайне нежелательным к использованию в научной работе.

Авторы приходят к выводу, что при огромном количестве информации в глобальной сети, особое внимание нужно уделить выбору источников. Он должен быть вдумчивым и осмысленным, а не доверчивым и наивным, ибо ряд проектов не только не гарантирует достоверность информации, но и имеет откровенно вредоносный характер, в виду попыток манипулирования мнением и даже сознанием. Следовательно, использование подобной информации в научной и учебной деятельности не только не корректно, не желательно, но и может быть даже вредно и опасно.

ОЦЕНКА ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДИСТАНЦИОННОГО УЧЕБНОГО КУРСА, РАЗРАБОТАННОГО В СРЕДЕ MOODLE 2.3

Э.А. Кадырова

Рязанский государственный радиотехнический университет

Оценка эффективности учебного процесса является важным направлением в системе дистанционного обучения (СДО) и в условиях использования программной оболочки Moodle становится возможной при проведении постоянного мониторинга. Такая процедура позволяет скорректировать учебный процесс, организованный на базе дистанционного учебного курса (ДУК). Педагогическая оценка может быть формативной (проводится постоянно, на всех этапах обучения), суммативной (проводится в конце прохождения ДУК) или комбинацией этих двух типов.

Формативная и суммативная оценки могут проводиться с помощью количественного или качественного методов.

Количественный метод позволяет собрать данные, которые могут быть статистически обработаны, и применяется при опросах большого количества студентов. Недостатком данного метода является то, что итоговые пока-

затели будут иметь слишком обобщенный характер.

Качественный метод оценки предполагает субъективный подход, позволяет глубже охватить проблемы курса, является более гибким и динамичным. При качественном методе оценки анкеты могут содержать большое количество открытых вопросов, что позволяет оценить сильные и слабые стороны обучения, получить предложения и замечания по улучшению ДУК, понять отношение обучающихся к используемым методам и технологиям обучения, и т. д.

При определении эффективности ДУК используются следующие *критерии*: субъективная удовлетворенность обучающихся курсом; практические навыки, приобретенные обучающимися; время, необходимое для изучения материалов курса; соотношение между количеством студентов, зачисленных на курс и успешно его закончивших, и др.

Для получения необходимых данных можно использовать специально разработанные анкеты. Помимо анкет при качественном методе оценки можно использовать:

- наблюдения непосредственных участников учебного процесса, (например, тьютора) за групповой динамикой и индивидуальным поведением отдельных обучающихся и т. п.;
- наблюдения со стороны – наблюдения, проводимые сторонними наблюдателями или преподавателями, например, при проведении видеоконференции;
- анализ содержания учебного материала курса, инструктивных материалов, выступлений на форумах и переписки по электронной почте;
- интервью (индивидуальные и групповые).

Использование интерактивного элемента «Опрос» в рамках ДУК, размещенного в среде Moodle, позволяет задать студентам вопрос с выбором одного из нескольких вариантов ответа. При этом цель опроса - узнать методом голосования мнения студентов по какому-то конкретному вопросу, например, впечатления о работе с курсом.

При проведении опроса в среде Moodle преподавателю доступны следующие возможности.

1. Установка даты и времени, в пределах которых студенты могут принять участие в опросе.
2. Достижение анонимности результатов:
 - анонимный показ результатов (без показа фамилий респондентов).
 - полный показ результатов (ответы и фамилии студентов).
3. Установка режима показа результатов опроса:
 - результаты опроса доступны студенту сразу после его ответа;
 - результаты доступны студентам только после закрытия опроса;
 - результаты опроса студентам недоступны;
 - результаты всегда доступны студентам.

Для изучения их мнений о качестве учебно-методических материалов дистанционного курса и сбора сведений о студентах в Moodle можно использовать интерактивный элемент «Анкентный опрос».

«Анкетный опрос» позволяет создавать анкеты с использованием множества типов вопросов для сбора и анализа данных от респондентов. Возможности Moodle позволяют преподавателю (тьютору) вводить в анкету следующие типы вопросов:

- Да/Нет.
- Текстовое поле.
- Поле Эссе.
- Переключатель (Radio Buttons).
- Флажки (Check Boxes).
- Выпадающий список (Dropdown Box).
- Оценка (Шкала).
- Дата.
- Цифровой.

Отдельные типы вопросов могут содержать возможные варианты ответов, заданные преподавателем, из которых респондент выбирает нужный. Другие типы вопросов предполагают набор ответа вручную.

Настройки позволяют сделать доступными результаты анкетирования только преподавателю (тьютору) или всем участникам курса.

Вопросы анкеты могут быть размещены как на одной странице, так и на нескольких. При заполнении анкеты студенту может быть предоставлена возможность сохранения промежуточных результатов без отправки ответов целиком. Сохранив промежуточные результаты, респондент может прерваться и продолжить заполнение анкеты в следующий раз.

Изучение эффективности дистанционных учебных курсов, размещенных в системе дистанционного обучения университета на базе Moodle, позволит своевременно вносить корректировки в содержание ДУК, обеспечить актуальность представленных учебных материалов, определить оптимальные формы и методы обучения, совершенствовать учебный процесс таким образом, чтобы студенты имели возможность получить качественное образование, соответствующее современным образовательным стандартам.

НЕКОТОРЫЕ СПОСОБЫ МАНИПУЛЯЦИИ СОЗНАНИЕМ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ

И.А. Стюхин

Научный руководитель - Виликотская Л.А., к.ф.н, доцент
**Рязанский институт (филиал) Московского государственного
открытого университета им. В.С. Черномырдина**

*«Интернету надо поклоняться как вину и
огню. Потому что это – гениальное
изобретение»*

Я. Вишневский, польский писатель

Всё разнообразие человеческой жизни постепенно погружается в Интернет: досуг, общение, информационный сервис и все виды профессиональной деятельности. Глобальная сеть становится всё популярнее и доступнее, с её помощью можно узнавать свежие новости, делать покупки, платить за квартиру, оплачивать штрафы ГИБДД, кабельное телевидение, вносить благотворительные взносы и т.д. Сеть становится нужной всем - вне зависимости от профессии и возраста. Сложно назвать ту сферу человеческой деятельности, в которой не наблюдалось хотя бы попыток вхождения в эту среду, предоставляющую, по сути, неограниченный доступ к любой информации. Не вызывает сомнения тот факт, что люди живут в мире, объединённом компьютерными сетями. Итак, не замедляя темпов развития,

Интернет всё больше и глубже пронизывает всё многомерное социальное пространство. Люди уже не смогут от него отказаться.

Однако не всё так безоблачно и однозначно. Глобальная Сеть невидимо диктует свои правила, имеет колоссальные возможности манипулирования, как индивидуальным, так и общественным сознанием. В ходе исследования мы встретили в литературе порядка десяти различных определений термина «манипуляция». Отвлекаясь от схоластического разбора различий между ними, подчеркнем, что мы опираемся на трактовку манипуляции как типа социального воздействия, социально-психологического феномена, представляющего собой стремление изменить восприятие или поведение других людей при помощи скрытой, обманной, или насильственной тактики. Поскольку такие методы продвигают интересы манипулятора, часто за счёт других людей, они могут считаться эксплуатационными, насильственными, нечестными и неэтичными. Социальное воздействие обычно считается безвредным, когда оно уважает право человека принять его или отклонить и не является чрезмерно принудительным. В зависимости от контекста и мотивации, социальное воздействие может являться скрытой манипуляцией. Один из выводов нашей работы: информация в Интернете не является совершенно объективной. Те, кто её размещает (создатели, владельцы и разработчики сайтов, порталов, блогов и т. д.), имеют свои цели. Иногда это – воздействие на психические структуры человека, программирование, изменение мнений, побуждений и поступков людей в нужном некоторому субъекту направлении. Конечная цель таких усилий — контроль над населением, его управляемость, предсказуемость и послушность.

Как выяснилось, в Интернете используются различные способы манипуляции сознанием, включая следующие:

1. Внушение.
2. Перенос частного факта в сферу общего, в систему.
3. Использование слухов, домыслов, толкований в неясной политической или социальной ситуации.
4. Метод под названием «нужны трупы».
5. Метод «страшилок».
6. Замалчивание одних фактов и выпячивание других.
7. Метод фрагментации.
8. Многократные повторы или «метод Геббельса».
9. Создание лжесобытий, мистификация.

Если коротко описать необходимые действия для запуска системы манипулирования массовым сознанием, то общая схема будет выглядеть следующим образом:

- Подготовить «почву» для внедрения новых идей, новых программ, для чего необходимо разрушить целостность психоэмоциональных и культурных связей, причём как в сфере существования отдельной личности, так и в сфере общества.
- Раздробить подготовленную информацию на отдельные сегменты, предлагая их обществу в необходимой последовательности и дозировке.
- Максимальная эмоциональность послания, максимальная простота, максимальная частота повторения.

Единственный способ противостоять манипуляции – быть твёрдым в своих убеждениях, иметь целостную картину мира, а главное – быть готовым

защищать свои убеждения, свою правду. Но особенно сложно при таком подходе к видению мира сохранить возможность потреблять различного рода информационные продукты, противоречащие привычному порядку мировосприятия, иными словами – принимать неприятную правду, которая будет оставаться истиной вне зависимости от нашего восприятия. Такова ловушка современного постиндустриального общества – любой потребитель информации, и пользователь сети Интернет в частности, имеет возможность так задать границы своего информационного поля, так настроить свою новостную ленту, чтобы получать именно тот продукт, который желает получить. Абстрактная истина при этом исчезнет в обилии абсолютно индивидуализированной информации так же легко, как если бы она подвергалась жесточайшей цензуре. Именно поэтому так сложно отличить «истину» от «промывки мозгов», и помочь в этом может знание и понимание методов манипуляции, а главное – ощущение того момента, когда в ваш мозг пытаются внедрить какую бы то ни было программу.

АУТЕНТИФИКАЦИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ПО КЛАВИАТУРНОМУ ПОЧЕРКУ С ПОМОЩЬЮ КРИТЕРИЯ СРЕДНЕГО ПРЕВЫШЕНИЯ ДОПУСТИМЫХ ОТКЛОНЕНИЙ

В.А. Ушенкин

Научный руководитель – Демидова Л.А., д.т.н., профессор
Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматривается ряд вопросов по проведению аутентификации пользователей по клавиатурному почерку. Данная проблема изучалась в работах отечественных и зарубежных ученых, но многие вопросы еще не исследованы до конца. Так максимальная полученная достоверность аутентификации составляет на данный момент 95% (Легgett, Умфресс, Уильямс, 1989) [1]. Однако для аутентификации по их методу требуется зафиксировать нажатия порядка 5000 клавиш, что неприемлемо для практического использования. Такой же достоверности удалось добиться Шарипову Р.Р., но он для этого использовал специальные клавиатуры с датчиком, фиксирующим скорость движения клавиши при ее нажатии [2]. В подходах же других авторов достоверность аутентификации не превышает 90% [3]. Следовательно, актуальна разработка новых методов, алгоритмов и их реализаций, повышающих надежность систем аутентификации по клавиатурному почерку. В данном докладе предлагается критерий среднего превышения допустимых отклонений, позволяющий с высокой надежностью различать почерки разных пользователей по межсимвольным интервалам.

Работа систем аутентификации пользователей состоит из двух этапов. Первый этап – это настройка (обучение) системы под определенных пользователей. На втором этапе система аутентифицирует пользователей и решает задачу выбора двух гипотез: пользователь является одним из зарегистрированных и пользователь не зарегистрирован.

При обучении система определяет параметры клавиатурного почерка и выполняет их статистическую обработку. В различных работах авторы предлагают использовать множество различных параметров клавиатурного почерка: межсимвольные интервалы, времена удержания клавиш, харак-

терные опечатки, скорость движения клавиш при их нажатии. Причем для определения ряда из них должен быть заранее известен текст, набираемый пользователем, или требуются клавиатуры со специальными датчиками. В данной же работе используется простой и в то же время наиболее уникальный для каждого пользователя параметр – межсимвольные интервалы, т.е. времена между последовательным нажатием каждой пары клавиш.

Из-за нестабильности почерков их нельзя сравнивать на абсолютное равенство. Можно считать, что почерки принадлежат одному человеку, если расстояние между ними не превышает некоторый порог d_{max} , полученный эмпирическим путем.

Фактически клавиатурный почерк представляет собой вектор из N параметров. Существует ряд классических критериев определения расстояния между векторами: евклидово расстояние, угол между векторами, расстояние Махаланобиса, критерий максимального правдоподобия. Но проведенные исследования показали, что они либо не обеспечивают высокую достоверность, либо требуют очень больших вычислительных затрат. Поэтому был предложен новый критерий вычисления расстояния.

В основе предложенного критерия лежит подход Леггетта, Умфресса и Уильямса, который требует, чтобы было зафиксировано значительное количество значений каждого параметра, и позволяет проводить аутентификацию по нажатию не менее чем 5000 клавиш. В данной работе была выполнена модификация этого подхода. Предлагается вычислять не процент значений параметра анализируемого почерка, не входящих в допустимый интервал, а среднее по всем параметрам превышение их отклонениями СКО эталона. Путем данной модификации удалось добиться того, что для проведения аутентификации с оптимальной достоверностью стало достаточно нажатия 400 клавиш.

Экспериментальным путем было найдено значение порогового расстояния d_{max} , равное 20 мс.

Достоверность аутентификации определяется отношением числа правильных решений о принадлежности почерка одному из зарегистрированных пользователей или незарегистрированному пользователю к общему числу принятых решений. При этом возможны три типа ошибочных решений.

1. Один зарегистрированный пользователь может быть принят за другого зарегистрированного пользователя.
2. Зарегистрированный пользователь может быть принят за незарегистрированного.
3. Незарегистрированный пользователь может быть принят за зарегистрированного.

Проведенные испытания показали, что наибольшая достоверность аутентификации обеспечивается, если сравнение происходит только с одним эталоном. В этом случае вероятность правильного опознавания пользователя 94,9%, а вероятность выявления незарегистрированного пользователя 92,8%.

Приведенные результаты говорят о том, что удалось добиться достоверности аутентификации, близкой к лучшим результатам (95%), полученным в работах предшественников. При этом за счет предложенного критерия сравнения почерков удалось проводить аутентификацию по гораздо мень-

шему количеству нажатий клавиш и отказаться от использования клавиатур со специальными датчиками.

Библиографический список

1. G. Leggett, J. Williams and D. Umphress. Verification of User Identity via Keystroke Characteristics. Human Factors in Management Information Systems, 1989.
2. Шарипов Р.Р. Разработка полигауссового алгоритма аутентификации пользователей в телекоммуникационных системах и сетях по клавиатурному почерку: автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук: 05.12.13 / Р.Р. Шарипов. – Казань, 2006. – 16 с.
3. Fabian Monrose and Aviel D. Rubin. Authentication via Keystroke Dynamics. In Proceedings of the Fourth ACM Conference on Computer and Communication Security, Zurich, Switzerland, April, 1997.

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЕРСОНАЖЕЙ В ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЕ «3DUCATION», ПОСТРОЕННОЙ НА ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНЫХ МИРОВ

И.О. Петрухин

Научный руководитель – Зеленко Л.С., к.т.н., доцент

Самарский государственный аэрокосмический университет имени акад. С.П. Королева (национальный исследовательский университет) (СГАУ)

С бурным ростом телекоммуникационных и сетевых технологий все чаще встает вопрос о том, как правильно можно использовать информационные технологии для обучения. Большой эффект в обучении обеспечивают те системы, в которых информация представлена в графическом (в том числе объемном) виде.

В связи с этим на кафедре программных систем Самарского государственного аэрокосмического университета было принято решение о разработке дистанционной обучающей системы, построенной на технологии виртуальных миров, в создании которой принял участие и автор данной работы.

Виртуальный мир в обучающей системе «3Ducation» строится с применением игрового «движка» Unity – на сегодняшний день одного из самых мощных, удобных и бурно развивающихся средств работы с трехмерной графикой. Первый и очень важный шаг в процессе обучения – выбор игрового персонажа (аватара), с которым ассоциирует себя обучаемый и на который проецирует свои личные качества, в дальнейшем он учится и работает вместе с ним. Для представления трехмерного персонажа необходима персонализация, поэтому в системе реализовано несколько аватаров, среди них присутствуют как обычные люди (мужчина и женщина), так и фантастические герои (например, роботы или мифические существа). Для создания различий между персонажами использовался метод *UV-развертки*. Данный метод позволяет изменять внешность людей по своему вкусу, выбирать одежду и ее цвет – процесс, известный среди разработчиков игр как «*кастомизация*» (customization). Обучаемый также может настроить такие характеристики персонажа, как имя, возраст, пропорции тела, скорость

ходьбы, рост персонажа и другие, позволяющие более точно раскрыть индивидуальность обучаемого.

Задача разработки персонажей была успешно решена автором с помощью собственных алгоритмов, реализованных на языках JavaScript и C#, которые позволили реалистично отобразить внешний вид выбранного персонажа, а также его перемещение с использованием анимации и специальных эффектов.

На данный момент ведется разработка современной модели «кастомизации», которая включает в себя метод моделирования игрового персонажа по загруженной фотографии с портретом реального человека. Это позволит смоделировать точную копию черт лица пользователя системы.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ ВИРТУАЛИЗАЦИИ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМЫХ АБИС В ИНФОРМАЦИОННУЮ СТРУКТУРУ УНИВЕРСИТЕТА

А.С. Харченко, Д.И. Гречишкин

Научный руководитель – Ручкин В.Н., д.т.н., профессор

Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина

В процессе консолидации информационных ресурсов университета и глобальному переходу на свободное программное обеспечение важной задачей становится перевод различных сервисов, используемых различными структурными подразделениями университета, на единую виртуальную платформу с целью уменьшения времени реагирования на возникающие проблемы и повышения качества администрирования.

Одной из приоритетных целей в данном направлении развития является модернизация специализированного программного обеспечения, используемого научной библиотекой университета с автоматизированной библиотечной информационной системы (АБИС) MarcSQL на свободно распространяемые аналоги. Для этого есть несколько причин: во-первых, используемая в настоящее время АБИС не является свободно распространяемой, что серьезно затрудняет её обновление, обслуживание и порождает трудности с доступом к технической документации; во-вторых, в связи с труднодоступностью документации, администрирование MarcSQL становится чрезвычайно сложным и требует дополнительных человеческих, временных и материальных ресурсов; в третьих, из-за того, что MarcSQL был установлен, игнорируя возможности университетской серверной инфраструктуры, оказалось невозможными его регулярное резервное копирование и техническая поддержка.

В качестве одной из альтернатив MarcSQL может быть выбрана АБИС "KoHa". KoHa — [автоматизированная библиотечная информационная система](#) (АБИС), которая является первой [свободной](#) АБИС. Разработку АБИС KoHa начала в [1999 году](#) Katipo Communications для библиотечного союза [Хороунеа, Новая Зеландия](#). Первая инсталляция состоялась в [январе 2000 года](#). [1]

KoHa имеет большинство ожидаемых возможностей программного обеспечения АБИС, в частности:

- 1) Интерфейс для библиотекарей и читателей (посетителей)
- 2) Поиск

3) Оборот и управление читателями

4) Модуль каталогизации со встроенным клиентом [Z39.50](#)

5) Полная система поступлений, в частности бюджетные расходы и ценовые данные (с включением поставщиков и конверсией валют)

6) Простая система поступлений для маленькой библиотеки

7) Способность работать с любым количеством подразделов, посетителей, категорий посетителей, экземпляров, категорий экземпляров, валют и других данных

8) Система периодики для журналов или газет

9) Списки прочитанного для посетителей

Серверная сторона АБИС Koha написана на языке программирования [Perl](#) и требует:

1) [Perl](#)

2) [Веб-сервер Apache](#)

3) Сервер [MySQL](#) 5 (начиная с 4.1 должным образом обрабатывается кодировка)

4) [Модули Perl](#) для некоторых функций [2],[3]

Для установки Koha была создана 64-разрядная виртуальная машина с помощью программного продукта VMware ESX Server. В качестве операционной системы для установки "Koha" было принято решение использовать OpenSUSE 11.4. Для корректной работы системы было установлено несколько дополнительных пакетов, например Zebra и большое количество Perl-модулей. Непосредственно установка разделялась на два этапа: непосредственно инсталляция и веб-установка. По окончании первого этапа были отредактированы файлы конфигурации веб-сервера Apache, что позволило благополучно перейти к веб-установке. На данном этапе необходимо было указать, какие модули будет использовать АБИС во время работы, а также формат записей, в котором будет работать система.

После установки главной задачей было проверить возможность миграции баз данных из MarcSQL в Koha. Было выяснено, что АБИС Koha имеет возможность прямого экспорта данных, сохраненных в MARC-формате. Это позволило значительно упростить миграцию данных из базы данных MarcSQL в базу данных Koha. На сегодняшний день единственной проблемой АБИС Koha является неполный перевод её интерфейса на русский язык, что создает определенные трудности как для пользователей, так и для администраторов.

Несмотря на перечисленные достоинства, во время тестового периода данная АБИС не показала необходимых качеств, что связано во многом с недостаточно удобным интерфейсом, а также недостаточной поддержкой русскоговорящим сообществом и недостаточно широким распространением. В связи с этим было принято решение использовать в качестве замены для MarcSQL АБИС "DSpace". Для внедрения данной системы на университетской платформе виртуализации была создана виртуальная машина под управлением операционной системы SLES 11 SP2. DSpace — открытое, свободное (лицензия BSD) кроссплатформенное J2EE приложение, платформа для институционального репозитория (для долгосрочного хранения цифровых материалов, используемых в академических исследованиях). В качестве базы данных для хранения метаданных была выбрана СУБД PostgreSQL.

Для функционирования АБИС на сервер должны быть установлены:

- JDK (Java Development Kit)
- Apache Maven, Apache Ant
- Tomcat

В качестве интерфейса пользователя DSpace позволяет использовать jsp или html интерфейсы, последний и был выбран в качестве интерфейса по умолчанию, в связи с широкими возможностями локализации.[4] Предполагаемые проблемы миграции данных с АБИС MarcSQL не нашли подтверждения в силу широкого распространения документации различного характера. В отличие от АБИС Koha, DSpace имеет достаточно сильную поддержку русскоязычного сообщества, а также широко распространен на территории СНГ, что практически полностью решает проблемы локализации, в связи с чем АБИС DSpace является наиболее предпочтительным вариантом относительно других АБИС с открытым исходным кодом.

Библиографический список

1. Koha [Электронный ресурс] Koha – RSU Wiki, 2012. – Режим доступа: <http://wiki.rsu.edu.ru/wiki/Koha>, свободный. – Загл. с экрана.
2. Koha 3.0.0 on openSUSE 11.3 [Электронный ресурс] Koha 3.0.0 on openSUSE 11.3 – Koha WIKI, 2012. – Режим доступа: http://wiki.koha-community.org/wiki/Koha_3.0.0_on_openSUSE_11.3, свободный. – Загл. с экрана.
3. Setting up Koha in a Virtual Environment + Using That as a Development Environment [Электронный ресурс] Triumph over madness: Setting up Koha in a Virtual Environment + Using That as a Development Environment, 2011. – Режим доступа <http://blog.triumphovermadness.com/2011/01/setting-up-koha-in-virtual-environment.html>, свободный. – Загл. с экрана.
4. Installation - DSpace 1.8 Documentation - DuraSpace Wiki [Электронный ресурс] DuraSpace Wiki, 2012. – Режим доступа: <https://wiki.duraspace.org/display/DSDOC18/Installation>, свободный. – Загл. с экрана.

ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ В СИСТЕМЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ MOODLE 2.3

Н.П. Клейносова

Рязанский государственный радиотехнический университет

Тестирование как форма контроля в СДО Moodle имеет широкие функциональные возможности, которые обеспечиваются на основе использования интерактивного элемента «Тест». Тестовые технологии, реализованные в Moodle, имеют целый ряд преимуществ по сравнению с возможностями аналогичных по назначению систем. В системе Moodle используется следующие основные типов вопросов: множественный выбор (закрытая форма тестового задания); короткий ответ; верно/не верно; на соответствие; числовой, вычисляемый, вложенные ответы, случайный вопрос на соответствие; эссе и др.

Большое значение для эффективной работы с системой имеет наличие возможности (наряду с ручным) пакетного режима загрузки и выгрузки

тестовых заданий. Сама процедура тестирования в системе Moodle отличается тем, что список вопросов теста можно выдавать полностью, с предоставлением тестируемому возможности возвращения к предыдущим вопросам и исправления ранее введенных ответов. Предусмотрен обучающий режим тестирования, когда за каждый повторный ответ начисляется заданный преподавателем штрафной балл.

При использовании закрытой формы с множественным выбором, различным ответам могут быть присвоены разные веса. Вследствие этого, оценка за вопрос в целом может оказаться дробной в диапазоне от 0 до 1. Это позволяет существенно уменьшить вероятность получения положительной оценки случайным выбором вариантов ответа. В случае необходимости преподаватель может регламентировать время и количество попыток, введенные студенту на прохождение теста.

Учет времени, затраченного на обдумывание каждого вопроса, количество отвечавших на данный вопрос и процент правильных ответов на него является важной информацией, регистрируемой при тестировании. На основании этих параметров реализуется объективная оценка сложности вопроса. Такая оценка позволяет динамически создавать равнозначные по сложности тесты с помощью случайной выборки набора вопросов из банка вопросов.

При наличии достаточно большого числа вопросов в банке вопросов по изучаемому материалу появляется возможность многократного тестирования каждого обучаемого с предоставлением ему только тех вопросов, на которые он либо еще не отвечал, либо ответил неправильно. Подробные рекомендации по настройке и использованию различных видов тестов, разработанных в системе Moodle на основе интерактивного элемента «Тест», представлены в Приложении 3.

При проведении тестирования в ДУК необходимо разместить краткую инструкцию для студента, в которой должны быть изложены условия прохождения теста. Такая инструкция должна включать в себя:

- сроки тестирования;
- количество вопросов в тесте;
- время тестирования;
- количество попыток,
- порядок прохождения теста;

В Moodle реализованы широкие возможности обработки результатов тестов, которые заключаются в следующем.

1. Шкала оценки задается при создании теста и может быть любой, в том числе, 5-бальной и 100-бальной. Кроме того, выводится результат в процентах правильных ответов.

2. В системе действует механизм полуавтоматического пересчета результатов при корректировке преподавателем тестовых заданий после прохождения теста студентами.

3. После завершения теста студенту могут быть сразу показаны правильные ответы, что, в частности, позволяет использовать форум для апелляции результатов теста и выявления ошибок в банке вопросов.

4. Эффективная реализация функций тестирования подразумевает возможность быстрого создания отчетов по результатам прохождения тестов студентами с различными наборами контролируемых данных. В качест-

ве примера можно привести статистику результатов тестирования определенной группы обучающихся, статистику процента правильных ответов на определенный вопрос для контроля его корректности.

Система Moodle располагает средствами статистического анализа результатов тестирования и определения уровня сложности отдельных тестовых вопросов для тестируемых. В частности, вычисляются следующие параметры:

- процент правильных ответов по конкретному вопросу, по величине которого можно судить о сложности данного вопроса для тестируемых;
- статистическое стандартное отклонение полученных баллов от среднего значения в группе тестируемых.

Дискриминационный индекс служит индикатором способности конкретного вопроса разделять «сильных» и «слабых» студентов. Значения этого параметра лежат в диапазоне между -1 и $+1$. Его отрицательное значение служит поводом для отбраковки такого вопроса, так как означает, что на данный вопрос теста слабые студенты отвечают лучше, чем сильные.

Дискриминационный коэффициент – другая мера, позволяющая оценить качество вопроса. Он представляет собой коэффициент корреляции между баллами, полученными тестируемым по конкретному вопросу и его оценкой за прохождение всего теста. Отрицательное значение этого коэффициента также свидетельствует о некорректности анализируемого вопроса с точки зрения правильности оценки знаний.

На основе полученных данных можно анализировать качество тестовых вопросов с точки зрения их эффективности для оценки знаний. Такого рода анализ результатов тестирования существенно расширяет возможности по улучшению качества контрольно-измерительных материалов.

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ WEB- ПОРТАЛА МИНИСТЕРСТВА ОБРАЗОВАНИЯ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Горбунов

Рязанский государственный радиотехнический университет

В работе рассмотрены вопросы разработки web-ориентированной автоматизированной системы подготовки шаблонов форм статистической отчетности, сбора данных согласно подготовленным формам и получение сводных отчетов о работе системы образования Рязанской области. Область применения системы - организации системы образования, подведомственные Министерству образования Рязанской области.

В качестве инструментальных средств разработки выбраны продукты с открытым программным кодом: язык программирования Python и фреймворк Django, система управления базами данных MySQL и среда разработки Eclipse. Серверная часть системы функционирует под управлением операционной системы Ubuntu. В докладе раскрываются особенности применения данных средств с характеристикой достоинств и недостатков, выявленных в процессе разработки.

Разработанная система размещена в сети Интернет. Доступ к системе для администрирования, сбора и подготовки форм статистической отчетности осуществляется с помощью распространенных браузеров, например,

Internet Explorer, Mozilla Firefox, Google Chrome. На компьютерах пользователей могут использоваться любые операционные системы, в том числе и бесплатные операционные системы семейства Linux. Для доступа пользователей к функциям сайта требуется аутентификация по имени пользователю и паролю. Каждый легальный пользователь может иметь одну или несколько ролей из числа следующих: администратор, технолог или пользователь. Роль «администратор» предоставляет доступ ко всем функциям администрирования сайта, и, как правило, не совмещается с другими ролями. Роль «Технолог» позволяет готовить структуру форм отчетности, вводить начальные (предопределенные, или стандартные) данные, передавать подготовленные формы на заполнение и получать сводные отчетные формы. Роль «Пользователь» предоставляет возможность вводить (редактировать, изменять, удалять) данные документа согласно подготовленным шаблонам.

Использование при разработке и эксплуатации системы бесплатных продуктов с открытым исходным кодом позволило снизить стоимость разработки и эксплуатации. В результате внедрения системы отмечается повышение уровня унификации форм статистической отчетности, снижение времени подготовки шаблонов форм, интенсификация процессов сбора отчетных данных.

ОБЗОР СВОБОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РАЗРАБОТКИ SPA-ПРИЛОЖЕНИЙ

А.В. Бакулев, М.А. Бакулева

Рязанский государственный радиотехнический университет

В последнее время в индустрии разработки прикладных программ наблюдается устойчивая тенденция постепенного перехода от разработки настольных версий программ к разработке веб-приложений.

Настольные приложения обычно поставляются на CD/DVD или загружаются из сети Интернет и устанавливаются целиком на компьютере пользователя. Они могут использовать Интернет для загрузки обновлений, но код, выполняющий эти приложения, размещен и исполняется на пользовательской машине. Отсюда возникает ряд проблем связанных, прежде всего, с переносимостью настольных приложений между разнообразными компьютерными платформами, как на уровне различных операционных систем (ОС), так и на уровне различных компьютерных архитектур.

Веб-приложения представляют из себя клиент-серверные приложения, в которых клиентом выступает веб-браузер, а сервером — веб-сервер [1]. Браузер может являться реализацией так называемых тонких клиентов. Браузер способен отображать веб-страницы и входит в состав любой современной ОС. В результате логика веб-приложения сосредотачивается на сервере, а функция браузера заключается в основном в отображении информации, загруженной по сети с сервера, и передаче обратно данных пользователя. Достоинством веб-приложений является прежде всего их межплатформенность, т.е. вместо того чтобы писать различные версии программ для Microsoft Windows, Mac OS, Linux и других ОС, приложение создается один раз для произвольно выбранной платформы и на ней разворачивается. Однако есть у веб-приложений и существенные недостатки в сравнении с настольными приложениями. Настольные приложения обычно достаточно быстрые (они работают на локальном компьютере и не ожида-

ют Интернет-подключения), имеют отлично развитые пользовательские интерфейсы (обычно взаимодействующие с ОС напрямую) и невероятно динамичны. Можно щелкать мышкой, перетаскивать объекты в окне приложения, вводить текст, пользоваться ниспадающими и всплывающими меню, перемещаться по окнам практически без каких-либо задержек. Всего этого оказываются лишены классические веб-приложения. Их работа сопровождается чередой задержек – ожиданием ответа от сервера, ожиданием обновления экрана, ожиданием ответа на запрос и генерирования новой страницы.

В настоящее время на смену классическим веб-приложениям приходит новое поколение веб-приложений, называемых Rich Internet Applications (Интернет приложения с богатыми возможностями) [2]. Эти технологии частично устраняют вышеприведенные недостатки традиционных веб-приложений, и призваны постепенно стереть грань между настольными приложениями и веб-приложениями с позиции конечного пользователя.

Уже созданы несколько конкурирующих программных платформ для разработки и функционирования подобных приложений (Adobe Flex/AIR, Java FX, Microsoft Silverlight). Однако несовместимость между их реализациями на стороне клиента, отсутствие единой поддержки среды их исполнения на всех платформах и операционных системах может приводить к различным осложнениям на стороне клиента. Наиболее приемлемым подходом представляется использование стандартных возможностей языков HTML5, JavaScript и техники Ajax [3].

Частично использовать технику Ajax для повышения интерактивности веб-страниц научились уже многие современные веб-сайты сети Интернет, однако, построение веб-приложений с развитым пользовательским интерфейсом и сложным функционалом, так называемых SPA-приложений (single-page application), является по-прежнему сложной задачей [4]. Примерами подобных веб-приложений являются такие популярные ресурсы, как Gmail и Google Docs. Предметом доклада является обзор доступных свободных технологий разработки SPA-приложений.

Библиографический список

1. Веб-приложения [Электронный ресурс] // Википедия – Режим доступа : <http://ru.wikipedia.org/wiki/Веб-приложение> (10.10.2012).
2. Rich Internet application [Электронный ресурс] // Википедия – Режим доступа : <http://ru.wikipedia.org/wiki/RIA> (10.10.2012).
3. AJAX [Электронный ресурс] // Википедия – Режим доступа : <http://ru.wikipedia.org/wiki/AJAX> (10.10.2012).
4. Single-page application [Электронный ресурс] // Википедия – Режим доступа : http://en.wikipedia.org/wiki/Single_page_application (10.10.2012).

Секция 6
Разработка САПР на базе CALS-технологий

**ВОССТАНОВЛЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРИ АНАЛИЗЕ
ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ УСТРОЙСТВ РЭС**

Р.В. Малыгин, Г.Н. Князева

Научный руководитель – Краснощекова Г.Ф., к.т.н., доцент
**Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С. П. Королева
(национальный исследовательский университет)**

Всякое исследование рассматриваемого процесса имеет своей целью изучить механизм явления и найти оптимальные условия его протекания. При анализе температурных полей оптимизации подлежит сложная система у которой параметры оптимизации являются функциями большого числа переменных. Математическая модель объекта исследования может быть получена в виде уравнения связи выходного параметра Y объекта и входных независимых переменных $x_1, x_2, \dots, x_n$. Это уравнение может быть задано функцией отклика имеющей вид:

$$Y = f(x_1, x_2, \dots, x_n),$$

где Y – параметр оптимизации (температура), x_n – независимые переменные (факторы, влияющие на тепловой режим).

Учитывая, что число факторов, влияющих на тепловой режим велико, получение математической модели и нахождение оптимального варианта конструкции – задача очень сложная; решение возможно путем проведения активного эксперимента с применением статистических методов. Между точками, значения температур в которых определяется экспериментально, могут быть отклонения, поэтому рассмотрим температурное поле объекта исследования с помощью изотерм. Изотермические поверхности строятся по уравнениям регрессии, а некоторые данные для получения этого уравнения является результатом эксперимента. Подход к организации эксперимента и его планированию состоит из предварительного изучения объекта, исследования построения математической модели и ее интерпретации.

На первом этапе оценивается влияние факторов на температурный режим и выделяются наиболее значимые, отнесенные к шумовому полю. При проведении эксперимента и описании поверхности отклика используется ротаторное планирование второго порядка. Планирование является композиционным, так как оно основано на достраивании линейной модели до плана второго порядка. Это позволяет получать равномерную информацию о роли всех переменных, участвующих в протекании процесса. Кроме того, эти планы позволяют свести к минимуму систематические ошибки. Полученное в результате расчета уравнение регрессии необходимо привести к каноническому виду и построить семейство кривых, характеризующихся постоянными температурами.

С учетом классификации поверхностей второго порядка устанавливает вид поверхности отклика. Разработка программа, позволяющая находить оптимальные варианты.

АЛГОРИТМ БЫСТРОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ НА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЕ

А.А. Золотарев

Научный руководитель – Горин В.С., к.т.н., доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет

При проектировании любых систем контроля и диагностики необходимо предварительно провести тщательный анализ объекта диагностирования с целью последующего выбора наиболее эффективных методов и средств.

В качестве объекта диагностирования в данном докладе рассматривается печатная плата, представляющая собой совокупность печатных проводников, контактных площадок и переходных отверстий, необходимых для закрепления электрорадиоэлементов (ЭРЭ). Печатные проводники, соединяющие между собой выводы ЭРЭ, характеризуется пренебрежимо малым активным сопротивлением, индифферентным к направлению протекающего тока. Контактные площадки и переходные отверстия – участки печатного проводника, обеспечивающие возможность электрического соединения выводов ЭРЭ с печатным проводником и проводником на различных слоях печатной платы. Так как любой ЭРЭ подсоединяется к плате в контактных площадках, то можно считать, что печатный проводник представляет собой соединение определенного числа контактных площадок.

По статистике более 90% дефектов составляют короткие замыкания и обрывы проводников. В докладе рассматривается развитие логарифмического метода обнаружения коротких замыканий [1].

Метод состоит в следующем. Для платы с n печатными проводниками, которые требуется проверить на наличие короткого замыкания, строится неориентированный граф, вершинами которого являются узловые контрольные точки проводников. Каждой вершине присваивается двоичное число с разрядностью $m = \log_2 n$. Вершины объединяются в две группы с одинаковым содержимым i -го разряда числа ($i = 1, 2, \dots, m$). Количество пар групп равно разрядности m . Полнота контроля гарантируется тем, что двоичный номер любой вершины графа одной группы отличается от номера любой проверяемой на наличие ложного соединения вершины из другой группы значением хотя бы одного разряда.

Далее для определения замыкания достаточно проверять проводимость между каждой парой групп. Общее число проверок при этом составит $\log_2 n = m$. Так, например, для проверки печатной платы, содержащей 128 проводников, понадобится всего 7 проверок. Недостатком данного метода является невозможность локализации замыкания. На практике для устранения этого недостатка применяют сочетание групповых методов с точечной проверкой по принципу “каждый проводник с каждым”.

В докладе рассматривается метод определения конкретных индексов пар проводников, между которыми следует искать короткое замыкание. Для этого в случае обнаружения короткого замыкания логарифмическим методом анализируются кодовые числа, составленные по результатам проверок между кодовыми числами и парами проводников, подлежащих дальнейшей проверке, устанавливается многозначное соответствие, определяющее минимальную совокупность проводников.

В докладе приводятся сведения о трудоемкости алгоритма, сравнение с известными методами диагностирования, а также указываются достоинства и недостатки.

Библиографический список

1. Микропроцессорные системы поэлементного диагностирования РЭА/Н.П. Байда, И.В. Кузьмин, В.Т. Шпилевой. – М.: Радио и связь, 1987.- 256с.

**ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ФОРМИРОВАНИЙ
АНТИТЕЛ НА ОСНОВЕ ПОЧТИ ПОЛНЫХ СТРОГО БИНАРНЫХ
ДЕРЕВЬЕВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
С ПОМОЩЬЮ МОДИФИЦИРОВАННОГО АЛГОРИТМА
КЛОНАЛЬНОГО ОТБОРА**

Н.Н. Астахова

Научный руководитель – Демидова Л.А., д.т.н., профессор
Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящее время эволюционные алгоритмы находят всё большее применение при решении задач прогнозирования. Разработка и совершенствование методов и моделей прогнозирования позволяет получить все более достоверные данные, используемые для планирования и исследования различных социально-экономических явлений. Относящийся к группе интеллектуальных методов модифицированный алгоритм клонального отбора (МАКО) предоставляет, кроме того, возможность варьировать параметры скорости и точности расчета посредством изменения структуры антител [2, 3].

Основная сложность при использовании МАКО заключается в реализации способа интерпретирования бинарных деревьев различной структуры, описываемых антителами, кодирующими аналитические зависимости, представляющие собой формулы для нахождения прогнозируемых значений [3]. Варьируя структуру антител, можно получить более точные результаты прогнозирования или добиться увеличения скорости расчетов. Рекурсивный механизм, положенный в основу этого процесса, существенно помогает в решении данной задачи.

Анализ двух подходов к интерпретированию почти полных строго бинарных деревьев подтвердил возможность поиска оптимального решения [1]. В первом случае использовалась упорядоченная структура антитела, которая предполагала применение упорядоченной последовательности меньших бинарных деревьев, образующих исходное. Во втором случае из бинарного дерева считываются сначала функциональные, а затем терминальные символы.

Для сравнения эффективности этих подходов необходимо было использовать одни и те же аналитические зависимости, закодированные по-разному. Массив данных с антителами упорядоченной структуры подвергался конвертированию в неупорядоченные, более простые, и оба набора антител сохранялись в текстовых файлах. Таким образом была получена возможность сравнения информативно эквивалентных наборов. Для того, чтобы устранить возможность неправильного решения относительно опти-

мальности рассматриваемых подходов для каждого исследовательского расчета составлялся свой набор интерпретируемых антител.

Расчеты показали, что одни и те же аналитические зависимости интерпретируются быстрее при использовании упорядоченной структуры антитела, чем при разбиении ее на функциональную и терминальную части. Эксперименты проводились для антител различной длины от 28 до 70 символов и было установлено, что длина антител не влияет на выбор способа их формирования. Для каждого из расчетов в большинстве случаев, интерпретирование упорядоченных хромосом выполнялось быстрее неупорядоченных. Расчетные наборы состояли из 10 000 антител, среднее время интерпретирования – 6,67 секунд в первом случае и 7,55 секунд для интерпретирования неупорядоченных антител. Около 10 секунд выполняется интерпретирование при длине упорядоченных антител свыше 60 символов (без учета времени формирования антител).

Учитывая специфику эволюционных алгоритмов, а именно необходимость генерирования большого числа антител на каждом этапе МАКО, установленное различие является существенным фактором. Кроме того, может возникнуть необходимость увеличения длины антитела для построения более сложных аналитических зависимостей, что ведет к повышению сложности интерпретирования, а, следовательно, увеличение времени расчета должно быть минимально необходимым.

Таким образом, экспериментально было обосновано использование антител упорядоченной структуры при их интерпретировании. Дальнейшее развитие МАКО связано с исследованием возможности его использования при многофакторном прогнозировании.

Библиографический список

1. Астахова Н.Н. Разработка моделей прогнозирования на основе почти полных строго бинарных деревьев с использованием модифицированного алгоритма клонального // Программное обеспечение вычислительных и информационных систем: Тезисы докладов 59-й студенческой научно-технической конференции; секция вычислительной и прикладной математики / под. ред. А.Н.Пылькина. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2012. – С. 106-108.
2. Бидюк П.И., Баклан И.В., Литвиненко В.И., Фефелов А.А. Алгоритм клонального отбора для прогнозирования нестационарных динамических систем // Штучний інтелект. – 2004. – № 4. – С. 89-99.
3. Демидова Л.А., Корячко А.В., Скворцова Т.С. Модифицированный алгоритм клонального отбора для анализа временных рядов с короткой длиной актуальной части // Системы управления и информационные технологии. – 2010. – № 4.1 (42). – С. 131-136.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭТАПОВ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ CALS-ТЕХНОЛОГИЙ

В.А. Крайнюков

Научный руководитель – Лазутин Ю.Д., к.т.н., доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет

Работа посвящена применению теории системного исследования изделий электронных средств на основе использования информационной поддержки CALS-технологий на всех этапах жизненного цикла. В работе рассматривается определение аналитического уравнения связующего выходные характеристики на этапе эксплуатации.

Особую важность на этапах проектирования и подготовки производства имеет информация об изделии, представленная в виде технической документации. Одним из методов решения задачи управления информацией об изделии являются технологии информационной поддержки жизненного цикла продукции - CALS-технологии. Основной идеей концепции CALS (CALS - Continuous Acquisition and Life cycle Support - непрерывное развитие и поддержка жизненного цикла) является преобразование жизненного цикла продукции в высокоавтоматизированный интегрированный процесс. В соответствии с концепцией CALS, управление информацией об изделии строится на основе "репозитариев данных об изделии", выполняющих задачи хранения технических данных об изделии и управления техническим документооборотом в электронном виде.

В работе выполнен расчет физической взаимозаменяемости электронного блока измерений входящего в состав системы автономного электрооборудования средств противовоздушной обороны. Оригинальным в данной работе является моделирование выходных характеристик блока измерений на этапе эксплуатации. На этапе эксплуатации БИ на точность выходного напряжения будут влиять погрешности связанные с дрейфом «нуля» которые обусловлены:

- температурным дрейфом «нуля»;
- временным дрейфом «нуля».

В основном при эксплуатации электронных средств необходимо учитывать временной дрейф «нуля», вследствие старения электрорадиоэлементов. Временной дрейф «нуля» оценивается за определенное время $t_{\text{раб}}$. На основе чего обосновывается введение количественной характеристики обратной связи для обеспечения работоспособности блока измерений в процессе его эксплуатации.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ СОРТИРОВКИ

Е.А. Богачкова

Научный руководитель – Певнева А.Г., к.т.н., доцент

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

Методы сортировки массивов можно разбить на 4 основных класса в зависимости от лежащего в их основе приема:

1. Сортировка обменом.
2. Сортировка выбором.

3. Сортировка включением.

4. Сортировка слиянием.

На сегодняшний день существует множество различных алгоритмов сортировки. Для оценки эффективности работы того или иного алгоритма используются следующие критерии:

- Скорость работы алгоритма сортировки
- Время работы в лучшем и худшем случаях
- Поведение алгоритма сортировки

Различные сортировки массивов отличаются по быстродействию. Существуют простые методы сортировок, которые требуют порядка n^2 сравнений, где n – количество элементов массива и быстрые сортировки, которые требуют порядка $n \cdot \ln(n)$ сравнений. Усложненные методы требуют меньшего числа операций, но сами операции более сложные, поэтому для небольших массивов простые методы более эффективны. Самый известный алгоритм – **пузырьковая сортировка**.

Сортировка методом выбора. При данной сортировке из массива выбирается элемент с наименьшим значением и обменивается с первым элементом. Затем из оставшихся $n-1$ элементов снова выбирается элемент с наименьшим значением и обменивается со вторым элементом, и т.д.

Сортировка включением. При сортировке включением сначала упорядочиваются первые два элемента массива. Затем последовательно делается вставка третьего элемента в соответствующее место по отношению к первым двум элементам, затем вставка четвертого элемента в список из трех элементов и т.д. Этот процесс повторяется до тех пор, пока все элементы не будут упорядочены. Метод выбора очередного элемента из исходного массива произволен.

Сортировка слиянием. Слияние означает объединение двух (или более) последовательностей в одну упорядоченную последовательность с помощью повторяющегося выбора из доступных в данный момент элементов. Слияние намного проще сортировки, и его используют как вспомогательную операцию в более сложных процессах сортировки последовательностей. Одна из сортировок на основе простого слияния называется прямым слиянием.

Сортировка Шелла. Общий метод, который использует сортировку включением, применяет принцип уменьшения расстояния между сравниваемыми элементами. Сначала сортируются все элементы, смещенные друг от друга на позиции. Затем сортируются все элементы, которые смещены на две позиции. И, наконец, упорядочиваются все соседние элементы.

Сортировка методом Хоара или быстрая сортировка. Алгоритм быстрой сортировки использует обменный метод сортировки. Сначала выбирается некоторое значение в качестве «основы», и затем весь массив разбивается на две части. Одну часть составляют все элементы, равные или большие «основы», а другую часть составляют все элементы меньшего значения, по которому делается разбиение. Этот процесс продолжается для оставшихся частей до тех пор, пока весь массив не будет отсортирован.

На рисунке 1 приведена таблица с теоретическими формулами, по которым производился анализ сортировок.

	МИН.	СРЕД.	МАКС.
Метод обмена	$C=(n^2-n)/2$ $M=0$	$C=(n^2-n)/2$ $M=(n^2-n)*0,75$	$C=(n^2-n)/2$ $M=(n^2-n)*1,5$
Метод выбора	$C=(n^2-n)/2$ $M=3*(n-1)$	$C=(n^2-n)/2$ $M=n*(\ln(n)+0,57)$	$C=(n^2-n)/2$ $M=n^2/4+3*(n-1)$
Метод включения	$C=(n-1)$ $M=2*(n-1)$	$C=(n^2+n-2)/4$ $M=(n^2-9n-10)/4$	$C=(n^2-n)/2-1$ $M=(n^2-3n-4)/2$

Рис.1. Формулы для анализа сортировок

Программа осуществляет сортировку массива задаваемой пользователем размерности методом обмена, выбора, включения, Шелла и быстрой сортировкой. Кроме того, она проводит сравнительный анализ всех алгоритмов сортировки для размерности массива 100, 1000 и 10000 элементов.

Таблица обменов				Таблица сравнений			
	100	1000	10000		100	1000	10000
1	2483	247539	24711334	1	4950	499500	49995000
2	407	5037	51637	2	4950	499500	49995000
3	2429	244686	24799620	3	2429	244686	24799620
4	405	5950	98497	4	856	13449	213581
5	190	3094	45909	5	621	8519	107678

Таблицы теоретических значений							
Таблица обменов				Таблица сравнений			
	100	1000	10000		100	1000	10000
1	7425	749250	74992496	1	4950	499500	49995000
2	518	7485	97876	2	4950	499500	49995000
3	2722	252248	25022498	3	2524	250250	25002500
4	251	3981	63096	4	251	3981	63096
5	77	1151	15351	5	461	6908	92103

Рис. 2. Результат анализа сортировок

Как видно из приведённых таблиц, некоторые практические значения получились несколько отличными от значений теоретических, но это отличие не очень большое, учитывая размер сортируемого массива. Все простые алгоритмы сортировки обладают очень серьёзным недостатком, а именно, время их выполнения пропорционально квадрату числа элементов. Для больших объёмов данных эти сортировки будут медленными, а начиная с некоторой величины размерности массива, они будут слишком медленными, чтобы их можно было использовать на практике.

ГРАФИЧЕСКИЙ ПЛАНШЕТ КАК ИНСТРУМЕНТ КЛАССИЧЕСКОЙ АНИМАЦИИ

В. К. Сарычева, М. В. Гаврилина

Научный руководитель – Коваленко В.В., к.т.н., доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет

Графический планшет — это устройство для бесклавиатурного ввода данных и графических изображений в компьютер.

Одна из составных частей планшета - электронное перо. Совместно с пером в комплекте может поставляться специальная мышь, которая работает как особый вид пера. Использование связки «мышь + планшет» позволяет достичь высокой точности при вводе. Еще одна составляющая – рабочая

поверхность – представляет собой плоскость, чувствительную к нажатию или близости пера.

Графические планшеты применяются:

- для создания изображений на компьютере способом, максимально приближённым к тому, как создаются изображения на бумаге;
- для переноса (отрисовки) уже готовых изображений в компьютер;
- для обычной работы с интерфейсами, не требующими относительного ввода;
- для рукописного ввода текста и создания заметок в электронных документах (Microsoft Office PowerPoint).

Некоторые программы мгновенного обмена сообщениями (например, [Skype](#)) позволяют пользователю, имеющему графический планшет, интерактивно демонстрировать рисуемое абоненту на другом конце.

По принципу работы и технологии существуют различные типы планшетов. В *электростатических* планшетах регистрируется локальное изменение электрического потенциала сетки под пером. В *электромагнитных* — перо излучает электромагнитные волны, а сетка служит приёмником. В обоих случаях на перо должно быть подано питание.

В *резонансных* (фирма Wacom) — сетка и излучает, и принимает сигнал. Излучаемый сигнал используется для питания пера, которое отражает новый сигнал, несущий дополнительную информацию, идентифицирующую конкретное перо, а также данные о силе нажатия, угле наклона и поворота, о том, используется ли рабочий кончик пера или его «ластик». Отдельного питания для такого устройства не требуется.

Лидером по производству графических планшетов на мировом рынке по праву считается компания WACOM. Её продукция славится надежностью, хорошими эргономическими характеристиками и широким спектром функциональных возможностей, поэтому своё предпочтение при выборе графического планшета для использования в сфере классической анимации мы отдали именно этой фирме.

Модели планшетов Wacom достаточно разнообразны, как по внешнему виду, так и по назначению, размерам и функционалу. Компания разработала три основных линейки своей продукции: планшеты начального уровня (Bamboo), профессиональные планшеты (Intuos) и интерактивные дисплеи (PL и Cintiq).

Линейка планшетов Bamboo подойдет широкому кругу пользователей - от только начинающих осваивать мир цифрового творчества до увлечённых энтузиастов, выбравших компьютерную графику своим основным хобби, а в дальнейшем, возможно, и профессией. Стоимость планшета данной линейки составляет от 2 000 до 7 000 р.

Линейка Intuos – это профессиональные решения для широкого круга специалистов, работающих с графическими приложениями в 2D и 3D-средах и занимающихся иллюстрацией, визуализацией, редактированием изображений и инженерными разработками. Модельный ряд Intuos даёт возможность использовать дополнительные аксессуары, например, специальных перьев, имитирующих работу аэрографа, каллиграфического пера или специальной мыши с выносным курсором для работы с чертежами. Стоимость Wacom Intuos варьируется от 10 000 до 20 000 р.

Интерактивные дисплеи серии PL и Cintiq - это высокотехнологичное решение для тех, кому требуется полная свобода при работе с компьютерной графикой и офисными приложениями. Планшеты этих серий — это LCD-панель, которая позволяет рисовать и делать пометки непосредственно на экране дисплея. Стоимость от 50 000 р. до 200 000 р.

Исходя из изученных характеристик планшетов фирмы Wacom, свой выбор мы остановили на модели Intuos3, оснащенной клавиатурой ExpressKeys и сенсорными полосками Touch Strip. Это значительно ускоряет работу с большинством приложений, позволяет полностью отказаться от клавиатуры, используя планшет в качестве основного инструмента на рабочем столе.

Мы использовали Intuos3 в средах TV Paint Animation, ArtRage, Photoshop.

Реализовать технологию традиционной рисованной мультипликации на компьютере позволяет французская программа TVPaint Animation 9 Pro. Мы создали несколько коротких мультфильмов, чтобы оценить пользовательские качества Wacom Intuos3. Высокая степень взаимодействия планшета со средой, возможность настройки необходимых функций (чувствительности к нажатию, наклону, высоте над рабочей плоскостью), удобная навигация и высокая скорость реакции подтвердили правильный выбор оборудования для учебного процесса.

ПОВЫШЕНИЕ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ АЛГОРИТМА ФОРМИРОВАНИЯ ЖГУТОВ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОВОДНОГО МОНТАЖА

Н.В.Черемухин

Научный руководитель – Корячко В.П., д.т.н., профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет

В работе [1] рассматриваются вопросы, связанные с распределением электрических соединений в жгуты при проводном монтаже межблочных соединений, предложены формальная и комбинаторная постановки задачи, и рассмотрен точный алгоритм решения, основанный на идеях метода ветвей и границ. Для практической реализации алгоритма предложены методы упрощения подсчета оценок и сокращения комбинаторного перебора путем включения в вычислительную схему точного метода эвристического алгоритма перераспределения электрических проводов для устранения недопустимых объемов жгутов.

Данный эвристический алгоритм имеет определенный недостаток. При перемещении проводов из нижнего кабельного канала в верхний и наоборот не учитывается состояние соседних сечений. Следовательно, при перераспределении проводов в одном сечении в других сечениях могут возникнуть превышения пропускной способности кабельных каналов с большой вероятностью, что соответственно увеличивает количество шагов алгоритма. Это затрудняет процедуру поиска оптимального решения и в целом снижает быстродействие алгоритма.

Для устранения этого недостатка предлагается перераспределять проводники между каналами не по очереди, а группами, причем для формирования группы предлагается применять алгоритм выбора оптимальной совокупности [2] проводов, отвечающих определенным требованиям: мини-

мальная длина (количество пересекаемых сечений), минимальная толщина.

При применении данного подхода можно ожидать уменьшения времени, затрачиваемого на поиск оптимального решения. Для более точной оценки эффективности предложенного алгоритма требуется его реализация.

Библиографический список

1. В.П.Корячко, В.С.Горин, Н.В.Черемухин "ОПТИМИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ ЖГУТОВОМ МОНТАЖЕ ЭЛЕКТРОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ"//Вестник РГРТУ. 2012. №3. Вып.41. С. 60-64.

2. В.И.Гавриленко, Г.В.Юсим. Теоретические основы конструирования и надежности электронно-вычислительной аппаратуры: конспект лекций, часть I. – Рязань: РГРТУ, 1976 г. – 209 с.

ВОЗМОЖНОСТИ МНОГОПОТОЧНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМОВ БЕЗ БЛОКИРОВОК

М.А. Козлов

научный руководитель – Скворцов С.В., д.т.н., профессор
Рязанский государственный радиотехнический университет

При создании многопоточных приложений часто возникает необходимость организовать совместный доступ к общему ресурсу. Традиционный подход позволяет предоставить последовательный доступ при помощи такого механизма синхронизации, как блокировки. Прimitives синхронизации – мьютексы, семафоры и критические секции, позволяют написать участок кода, который гарантированно не будет выполняться одновременно при обращении из параллельных потоков. Одновременный доступ к участку общей памяти может привести к повреждению содержимого памяти. Однако попытка одного из потоков получить блокировку, которая уже занята другим потоком, приводит к приостановке выполнения первого потока до момента освобождения блокировки во втором потоке[1].

Но когда потребовалось обрабатывать крупные массивы данных на многоядерных процессорах, появились специфичные проблемы. В частности, на каждый элемент массива мьютекс не установишь. Если же синхронизировать информацию крупными блоками (например, один мьютекс на 10 000 элементов), потоки проводят слишком много времени в ожидании своего мьютекса. К тому же обычный персональный компьютер с ОС общего назначения, занятый, помимо расчётов, загрузкой информации из интернета, обработкой событий от мыши и прорисовкой окон других программ, может приостанавливать потоки на неопределённое время. Неблокирующие алгоритмы гарантируют, что такие остановки одного из потоков не приведут к простоям остальных. Особенно важно отсутствие простоев, если один из потоков выполняет высокоприоритетную задачу или задачу реального времени[2].

В докладе рассматриваются вопросы построения параллельных алгоритмов без блокировок (lock-free). При их использовании гарантируется системный прогресс по крайней мере одного потока. Например поток, выполняющий операцию «сравнение с обменом» в цикле, теоретически может

выполняться бесконечно, но каждая его итерация означает, что какой-то другой поток совершил прогресс, то есть система в целом совершает прогресс. Впрочем, в неблокирующих алгоритмах возможны свои ошибки — заикливание (livelock) и «гонки».

В настоящий момент для создания неблокирующих алгоритмов используют аппаратную реализацию таких примитивов как атомарные операции, чтение-модификация-запись и самый значимый из них -сравнение с обменом (CAS). Реализация критической секции обычно основана на использовании одного из примитивов и предполагает контроль за состоянием всех ресурсов и потоков в программе со стороны программиста. Это является источником ошибок и приводит к взаимным блокировкам потоков, что снижает производительность.

В докладе предлагается для построения параллельных алгоритмов использовать единый поток управления. Это достигается за счет применения функциональной парадигмы программирования и внедрения в алгоритмы неблокирующих типов и структур данных.

Предложенный подход реализован на примере задачи сортировки и показал заметное увеличение производительности систем на многоядерных процессорах. При этом следует учитывать, что возможность применения единого потока управления при разработке параллельных алгоритмов зависит от решаемой задачи и требует ее дополнительного исследования.

Библиографический список

1. К.Ю. Богачев Основы параллельного программирования М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 342 с.
2. http://en.wikipedia.org/wiki/Non-blocking_algorithm

ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ВЕРСИЙ GIT

М.А. Козлов

Научный руководитель – Митрошин А.А., к.т.н., доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет

Ядро Git представляет собой набор утилит командной строки с параметрами. Все настройки хранятся в текстовых файлах конфигурации. Такая реализация делает Git легко портируемым на любую платформу и даёт возможность легко интегрировать Git в другие системы (в частности, создавать графические git-клиенты с любым желаемым интерфейсом).

Репозиторий Git представляет собой каталог файловой системы, в котором находятся файлы конфигурации репозитория, файлы журналов, хранящие операции, выполняемые над репозиторием, индекс, описывающий расположение файлов и хранилище, содержащее собственно файлы. Структура хранилища файлов не отражает реальную структуру хранящегося в репозитории файлового дерева, она ориентирована на повышение скорости выполнения операций с репозиторием. Когда ядро обрабатывает команду изменения (неважно, при локальных изменениях или при получении патча от другого узла), оно создаёт в хранилище новые файлы, соответствующие новым состояниям изменённых файлов. Существенно, что никакие операции не изменяют содержимого уже существующих в хранилище файлов[2].

В данном докладе рассмотрим, как можно использовать систему контроля версий GIT с двумя репозиториями для организации написания диплома. В одном у нас будет храниться исходный код на языке программирования Clojure. В другом будет диплом, который верстается в системе LaTeX.

В результате использования GIT мы можем удобно работать и экспериментировать с различными библиотеками, идеями, алгоритмами используя лишь средства системы контроля версий для учета и работы с файлами.

Библиографический список

1. <https://github.com>
2. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Git>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УПРАВЛЯЮЩЕГО И ПОТОКОВОГО ГРАФОВ ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ПРОГРАММ

В.Е. Рудаков

Научный руководитель – Скворцов С.В. д.т.н., профессор
Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматриваются теоретико-графовые модели, которые используют в задачах анализа, тестирования, оптимизации исходных текстов программ. В основе моделей лежит управляющий граф программы. Орграф $G = (X, U)$ называется управляющим графом, если выполнены условия:

1. граф G не содержит параллельных дуг;
2. в множестве вершин графа выделена одна вершина s - вход графа;
3. в множестве вершин графа выделена хотя бы одна вершина t - выход графа;
4. каждая вершина $x \in X$ достижима из входа s ;
5. каждая вершина $x \in X$ достигает выхода t .

Можно считать, что в управляющем графе имеется более чем один выход, поскольку этот случай легко сводится к случаю одного выхода введением фиктивного выхода, соединенного дугами с каждым фактическим выходом. В большинстве случаев можно считать, что полустепень исхода каждой вершины, отличной от входа и выхода, равна 1 или 2, а полустепень исхода входной вершины равна 1.

Построение управляющего графа для конкретной программы проводится по простым правилам с требуемой степенью детальности (и, как правило, автоматически). Тривиальное решение задачи состоит в изображении каждого оператора языка (машинной команды, строки или любого фрагмента, признаваемого единицей языка) отдельной вершиной. При этом две вершины смежные, если между соответствующими операторами есть передача управления. Точнее, оператор, после исполнения которого производится передача управления, представляется началом дуги; оператор, на который передается управление, представляется концом дуги, а каждая передача управления представляется дугой. При таком подходе размер графа сильно растет за счет появления длинных цепочек вершин, соответствующих линейным участкам программ. Для уменьшения размеров графа используют потоковый граф (редуцированный управляющий граф), в котором каждый линейный участок представлен одной вершиной.

Перечислим его особенности.

- Граф строится отображением управляющей структуры программы. В ходе отображения закрывающие скобки условных операторов и операторов циклов рассматриваются как отдельные (фиктивные) операторы.
- Узлы (вершины) потокового графа соответствуют линейным участкам программы, включают один или несколько операторов программы.
- Дуги потокового графа отображают поток управления в программе (передачи управления между операторами). Дуга – это ориентированное ребро.
- Различают операторные и предикатные узлы. Из операторного узла выходит одна дуга, а из предикатного – две дуги. Предикатные узлы соответствуют простым условиям в программе. Составное условие программы отображается в несколько предикатных узлов. Составным называют условие, в котором используется одна или несколько булевых операций.

Построим потоковый граф на примере исходного текста программы:

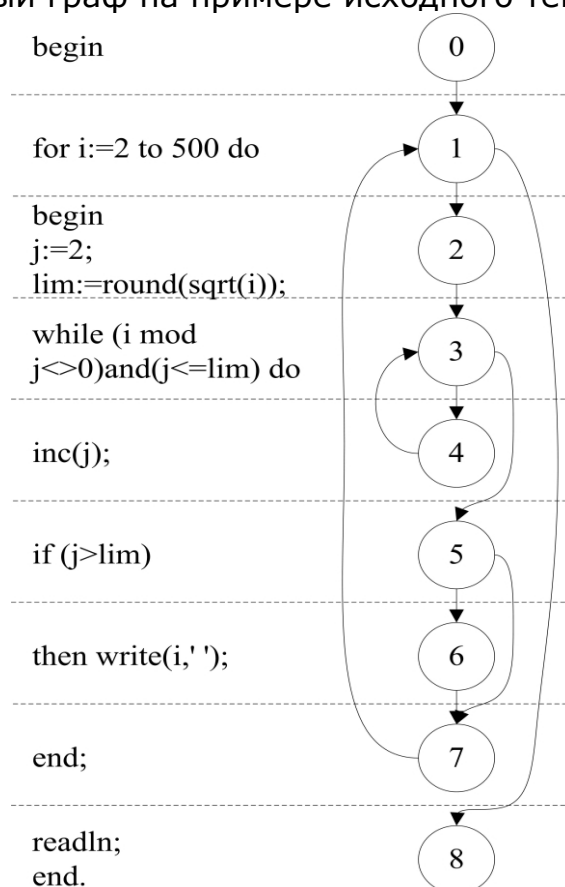


Рис. 1. Потоковый граф

Разработаны программные средства, которые позволяют автоматически строить управляющий и потоковый графы для исходных текстов программ языка Паскаль. Графовые модели используются для анализа и тестирования исходного текста программы по методу «белого ящика»[1].

В заключение отметим, что использование потоковых графов для представления исходных текстов значительно упрощает анализ и тестирование программного кода.

Библиографический список

1. Орлов С. Технологии разработки программного обеспечения: Учебник. – СПб.: Питер, 2002. – 464 с.

МОДЕЛЬ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РИСКОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОГРАММНОГО ПРОЕКТА ПО КРИТЕРИЯМ КАЧЕСТВА В УСЛОВИЯХ НЕЧЕТКОСТИ

В.Г. Псоянц

Научный руководитель – Таганов А.И., д.т.н., профессор
Рязанский государственный радиотехнический университет

Проектные риски сложных программных изделий являются объективным явлением, связанным со многими видами неопределенности, имеющими место на различных этапах выполнения программного проекта (ПП) и оказывающими влияние на процессы принятия проектных и управленческих решений. Строгое регламентирование процессов проектирования и процессов управления проектированием в САПР, а также использование в проектировании интегрированных CASE-технологий, основанных на автоматизированных принципах создания программных изделий, способствуют снижению энтропии программных проектов, и соответственно уменьшают проектные риски. В связи этим проблема формализации и автоматизации процессов сокращения проектных рисков качества ПП в условиях нечеткости проектных данных может рассматриваться как важное и актуальное направление развития теории и методологии программной инженерии для повышения результативности проектно-управленческих работ по стадиям жизненного цикла ПП [1].

В работе предлагается подход и сетевая модель обеспечения рисковости ПП по критериям качества [2] в условиях нечеткости и неопределенности проектных данных по стадиям жизненного цикла ПП. При этом рассматриваемый подход к обеспечению рисковости ПП основывается на представлении множества планов выполнения проекта в виде нечеткой сетевой модели, представляющей собой нечеткий ориентированный ациклический взвешенный мультиграф, некоторые вершины которого связаны между собой кратными дугами, каждой из которых соответствует возможный альтернативный вариант проектной работы ПП [3]. Веса дуг мультиграфа определяются экспертами и представляют собой значения функций принадлежности нечетких множеств, показывающих степени ответственности работ ПП заданным показателям качества проектируемой программной продукции.

Предлагаемая модель обеспечения рисковости ПП содержит следующие алгоритмически содержательные этапы:

1. Формирование нечеткого параметрического описания модели проектных рисков средствами нечетких сетевых моделей для текущего этапа выполнения ПП.

2. Преобразование и наполнение нечеткой сетевой модели этапа ПП нечеткими весовыми значениями проектных работ, отражающими степени обеспечения устойчивости проекта по заданным критериям качества создаваемой программной продукции.

3. Постановка и решение задач нечеткой потоковой оптимизации на нечеткой сетевой модели по заданным критериям устойчивости проекта:

- решение задач графоаналитическими методами для задач малой размерности [4];

- решение задач методами неопределенного математического программирования для случаев повышенной трудоемкости графоаналитического вычислительного процесса [5].

4. Вычисление интегрированного нечеткого показателя устойчивости этапа ПП по всем заданным критериям для текущего рассматриваемого этапа проекта.

5. Повторение выполнения этапов 1-4 и обобщение результатов анализа устойчивости ПП по всем этапам и критериям с использованием нечеткой многокритериальной свертки.

Предложенная модель определения рисковей устойчивости ПП по характеристикам качества может быть использована как для оперативного управления рисками текущего этапа ПП, так и в качестве прогнозного анализа устойчивости всего проекта на перспективу с целью принятия предупреждающих и корректирующих действий менеджерами ПП.

Библиографический список

1. Таганов А. И. Методика анализа и сокращения рисков проектов сложных программных систем по характеристикам качества // Вестник РГРТУ. 2010. Вып. 30. с. 77 – 82.
2. ISO 9126-1-4. 2002. ИТ. Качество программных средств.
3. Буреш О.В., Беляева М.А. Нечеткая альтернативная сетевая модель анализа и планирования проекта в условиях неопределенности. // Вестник ОГУ, 2010. №13 (119). - С. 254-258.
4. Берштейн Л.С., Боженюк А.В. Нечеткие графы и гиперграфы. – М.: Научный мир, 2005. – 256 с.
5. Лю Б. Теория и практика неопределенного программирования / Пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 416 с.

АЛГОРИТМ НЕЧЕТКОГО ВЫВОДА ДЛЯ АНАЛИЗА РИСКОВ ПРОГРАММНОГО ПРОЕКТА

С.Г. Захаров

Научный руководитель – Таганов А.И., д.т.н., профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет

В проектной деятельности, которая отличается своей уникальностью от других видов деятельности, риски не приветствуются. Именно по этой причине работа с рисками в программной инженерии выделена в отдельное направление – управление рисками [1].

Дисциплина «Управление рисками» содержит в своем составе ряд процессов, одним из которых является процесс «Анализ рисков проекта» [1]. В условиях нечеткости и неопределенности проектных данных структурная схема нечеткого вывода для анализа рисков проекта должна быть близка к типовой структуре системы нечеткого вывода и должна содержать в своем составе следующие функциональные части (модули):

1. Фаззификатор, преобразующий фиксированный вектор влияющих факторов (X) в вектор нечетких множеств $\tilde{X}$, необходимых для нечеткого вывода;

2. Нечеткая база знаний, содержащая информацию о зависимости $Y = f(X)$ в виде лингвистических правил <ЕСЛИ-ТО>;

3. Функции принадлежности, используемые для представления лингвистических термов в виде нечетких множеств;

4. Машина нечеткого вывода, которая на основе правил базы знаний определяет значение выходной переменной в виде нечеткого множества $\tilde{Y}$, соответствующего нечетким значениям входных переменных ($\tilde{X}$);

5. Дефаззификатор, преобразующий выходное нечеткое множество $\tilde{Y}$ в четкое число Y .

Помимо этого, подсистема для автоматизации процесса анализа рисков проекта должна содержать программные модули, обеспечивающие выполнение следующих задач:

- 1) ввод данных;
- 2) создание нечеткой базы знаний (базы правил нечетких продукций);
- 3) корректировка нечеткой базы знаний;
- 4) корректировка функций принадлежности;
- 5) вывод результата.

Таким образом, на основе указанной парадигмы, была разработана структурная схема нечеткого вывода для анализа рисков программного проекта, которая представлена на рисунке. На структурной схеме изображены все основные функциональные части подсистемы нечеткого вывода (в виде прямоугольников), а также взаимосвязи между ними. Стрелками обозначено направление хода процессов, происходящих в подсистеме.

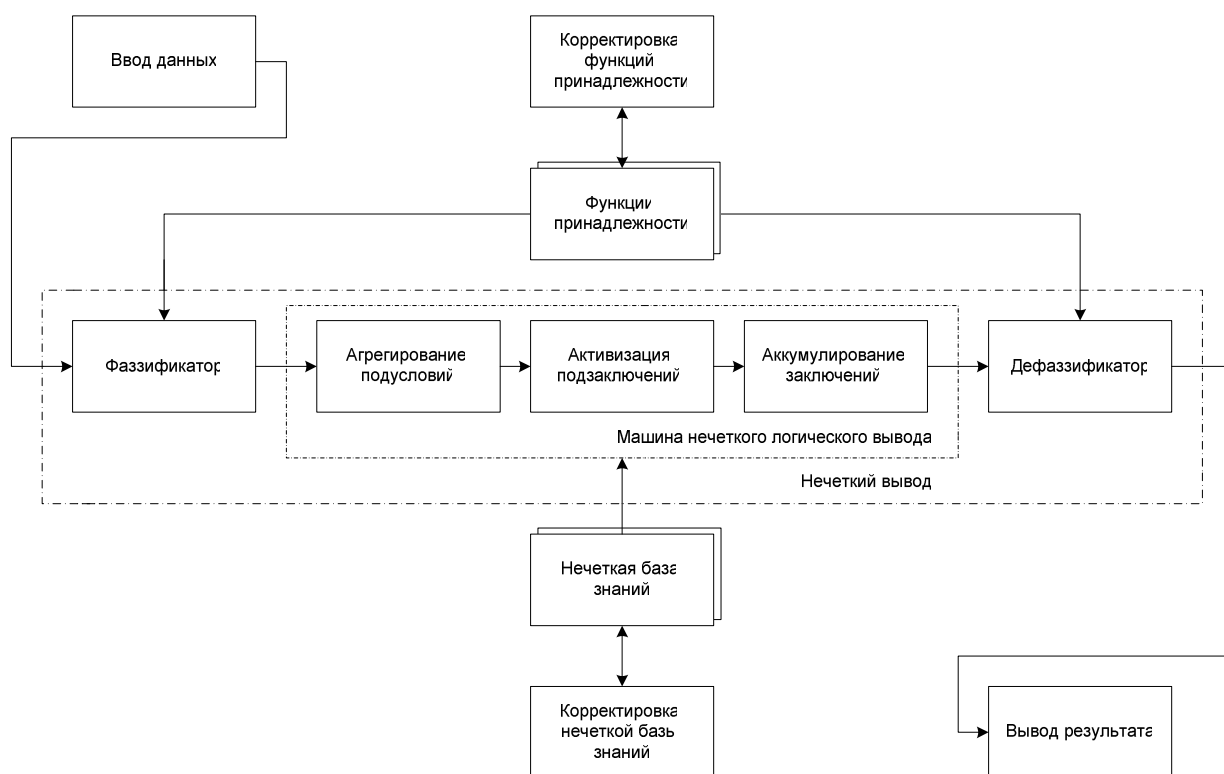


Рис.1. Структурная схема подсистемы нечеткого вывода для анализа рисков проекта

Указанный алгоритм нечеткого вывода реализован на программном уровне в проектной среде пакета Fuzzy Logic Toolbox вычислительной сре-

ды MATLAB, которая является одним из фактических лидеров среди систем разработки инженерных и научных приложений [3,4].

Библиографический список

1. Таганов А.И., Таганов Р.А. Системная инженерия: Модели и процессы жизненного цикла систем: Учеб. пособие; под ред. В.П. Корячко. - Рязань: РГРТУ, 2005. 120 с.
2. . Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. М.: Горячая линия – Телеком, 2007. 288 с.

ПОДСИСТЕМА АНАЛИЗА РИСКОВ ПРОЕКТА ИНФО-КОММУНИКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

С.Г. Захаров

Научный руководитель – Таганов А.И., д.т.н., профессор
Рязанский государственный радиотехнический университет

Научно-методической основой построения автоматизированного процесса нечеткого анализа рисков проекта инфокоммуникационной системы (ИКС) явились работы, выполняемые на кафедре САПР ВС РГРТУ по теме «Разработка и развитие теоретических и научно-методических основ процессно-ориентированной технологии создания интеллектуальных инфокоммуникационных систем с интеграцией ИПИ (CALS) и CASE технологий» [1,2].

В качестве среды разработки подсистемы нечеткого анализа рисков проекта инфокоммуникационной системы был выбран пакет Fuzzy Logic Toolbox вычислительной среды MATLAB, которая является одним из фактических лидеров среди систем разработки инженерных и научных приложений [3,4]. Этот пакет предназначен именно для проектирования и исследования систем на основе нечеткой логики.

Разработанная подсистема нечеткого вывода для анализа рисков проекта предназначена для упрощения работы экспертов на этапе анализа рисков проекта (ИКС) и решает следующие задачи:

1. Ввод оценок влияния риска на характеристики проекта;
2. Корректировка функций принадлежности;
3. Создание нечеткой иерархической базы знаний;
4. Корректировка нечеткой иерархической базы знаний;
5. Выполнение процедуры нечеткого вывода;
6. Вывод вероятности возникновения отрицательного результата.

Для реализации этих задач в ходе проекта было разработано несколько модулей (index, createFIS (2, 3, 4), prosmotrFIS, baza1 (2, 3, 4), dlya BAZA 1 (2, 3, 4), resultat), а также использованы графические средства, входящие в состав пакета Fuzzy Logic Toolbox (редактор функций принадлежности (mfedit), редактор правил нечеткого вывода (ruleedit), программа просмотра правил и диаграммы нечеткого вывода (ruleview), программа просмотра поверхности нечеткого вывода (surfview)).

Взаимосвязь программных модулей показана на рисунке.

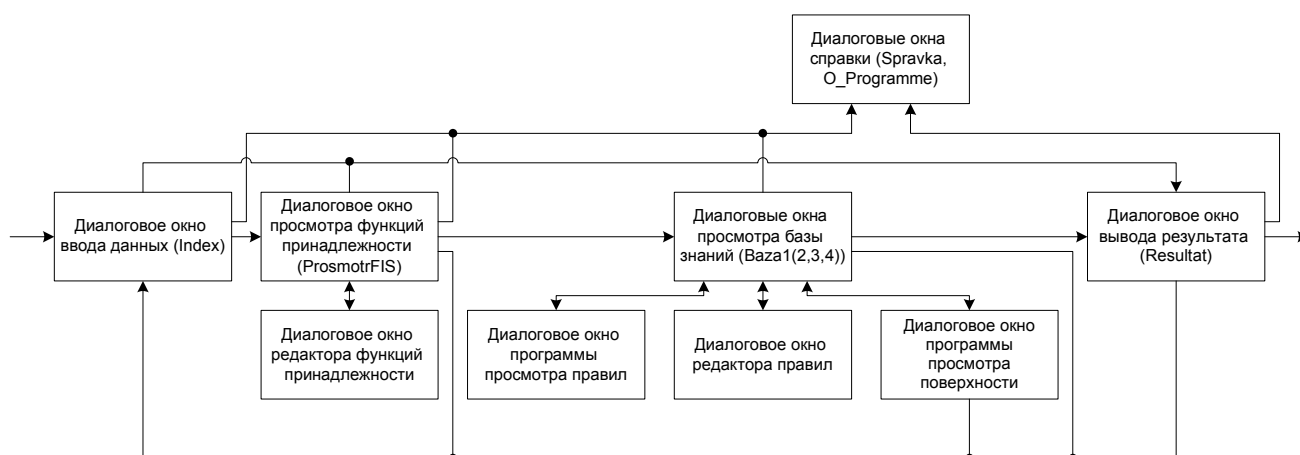


Рис.1. Взаимосвязь программных модулей подсистемы

В процессе работы пользователя с инструментальными средствами анализа рисков проекта специалист по рискам взаимодействует с алгоритмически взаимосвязанной совокупностью открывающихся интерфейсных окон. При этом интерфейс подсистемы организован в виде стандартного оконного интерфейса Windows XP, который обеспечивает интуитивно понятную схему работы программы и позволяет избежать некорректных действий пользователя [5]. Все это позволяет специалисту в небольшие сроки производить анализ большого числа рисковых событий проекта и выделять наиболее значимые риски, применять соответствующие меры по управлению рисками и тем самым поддерживать успешное выполнение проекта.

Библиографический список

1. Корячко В.П., Таганов А.И. Программный метод управления рисками качества проекта информационной системы // Известия Белорусской инженерной академии, 2004. – Вып. 1(17)/4. – С. 168 - 179.
2. Таганов А. И. Методика анализа и сокращения рисков проектов сложных программных систем по характеристикам качества // Вестник РГРТУ. 2010. Вып. 30. с. 77 – 82.
3. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. СПб.: БВХ-Петербург, 2005. 736 с.
4. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. М.: Горячая линия – Телеком, 2007. 288 с.
5. Бадриев И.Б. и др. Разработка графического пользовательского интерфейса в среде MATLAB. Казань: Изд-во Казан. гос. ун-та. 2010. 113 с.

МОДЕЛЬ НЕЧЕТКОГО АНАЛИЗА ПРОЦЕССНЫХ РИСКОВ ПРОГРАММНОГО ПРОЕКТА В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Д.В. Гильман

Научный руководитель – Таганов А.И., д.т.н., профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет

Анализ процессных рисков программного проекта заключается в ранжировании по важности всех идентифицированных процессных рисков анализируемого процесса с последующим выделением по заданным критериям

некоторой совокупности рисков, которые передаются на следующие этапы планирования и мониторинга этих рисков [1].

В условиях нечеткости и неопределенности проектных данных, предлагаемая здесь модель решения указанной задачи нечеткого анализа процессных рисков включает решение слабоструктурированных задач [2]:

Задачи 1 - определение вектора степеней влияния идентифицированных процессных рисков на обобщенный (интегральный) критерий качества анализируемого процесса ПП;

Задачи 2 - оптимизация состава контролируемых процессных рисков качества, передаваемых на следующие этапы, связанные с планированием и мониторингом процессных рисков проекта.

Область определения первой слабоструктурированной задачи, связанной с анализом рисков, может быть представлена следующим кортежем:

$$\langle R(t), H(t), f_s, P_s, G(t), W(R(t)), Z \rangle, \quad (2)$$

где $R(t)$ - множество идентифицированных процессных рисков проекта на момент времени t ; $H(t)$ - модель характеристик качества процесса ПП на текущем этапе проекта; f_s - отображение $R(t)$ в $H(t)$, определяющее оценки влияния последствий $R(t)$ на характеристики качества процесса проекта; P_s - структура предпочтений специалистов (экспертов) по процессным рискам; $G(t)$ - граф связности процессных рисков; $W(R(t))$ - искомый вектор степеней влияния последствий $R(t)$ на обобщенный критерий качества процесса ПП; $Z = \{Z1 \div Z5\}$ - набор предлагаемых алгоритмов для определения вектора $W(R(t))$ на основе представленных на определенном этапе проекта исходных данных.

Для решения задачи 1 с областью определения (2) предлагаются следующие подходы и способы построения набора алгоритмов $Z = \{Z1 \div Z5\}$:

- алгоритм $Z1$, позволяющий определять (по стадиям ЖЦ проекта) вектор $W(R(t))$ на основе следующих исходных данных: модель $H(t)$ задана множеством независимых характеристик качества процесса ПП; $R(t)$ содержит множество независимых рисков; f_s и P_s представлены экспертным способом на основе количественных оценок;

- алгоритм $Z2$, отличающийся от $Z1$ тем, что экспертные оценки специалистов по проектным рискам заданы вербальным способом;

- алгоритм $Z3$, отличающийся от $Z1$ и $Z2$ тем, что модель $H(t)$ представлена деревом характеристик качества процесса ПП;

- алгоритм $Z4$, позволяющий на основе данных, полученных при использовании одного из алгоритмов $Z1, Z2, Z3$, учитывать наличие однозначной связности процессных рисков $R(t)$ по стадиям ЖЦ проекта;

- алгоритм $Z5$, отличающийся от $Z4$ тем, что дополнительно позволяет учитывать субъективную связность процессных рисков $R(t)$ ПП.

В основу обоснованного построения рассматриваемых алгоритмов $Z = \{Z1 \div Z5\}$ предлагаются прикладные методы теории нечетких множеств (ТНМ), модифицированный метод анализа иерархий и многокритериальные модели принятия решений в условиях неопределенности [2].

Вторая задача, связанная с определением совокупности контролируемых процессных рисков $R(t)^* \subset R(t)$ по критерию их наибольшего суммарного влияния на обобщенный показатель качества процесса ПП, имеет следующую область определения:

$$\langle R(t), W(R(t)), P_r(t), B \rangle, \quad (3)$$

где $R(t)$ и $W(R(t))$ - соответственно заданное множество процессных рисков ПП и заданный вектор степеней влияния этих рисков на обобщенный критерий качества процесса ПП; $P_r(t)$ - структура предпочтений экспертов по ресурсам проекта, которая ставит в соответствие каждому риску из $R(t)$ требуемые ресурсы на управление этим риском; $B = \{B1, B2\}$ - набор алгоритмов, необходимый для решения задачи по определению $R(t)^*$ с учетом заданных условий и ограничений.

Для решения слабоструктурированной задачи 2 с областью определения (3) предлагаются два подхода, рассматривающие построение алгоритмов определения $R(t)^* \subset R(t)$:

- первый подход связан с построением алгоритма $B1$, ориентированного на решение задачи с областью определения (3) в том случае, когда в исходных данных присутствуют условия нечеткости процессных данных и отсутствуют жесткие ресурсные ограничения на управление процессными рисками ПП;

- второй подход отражает построение алгоритма $B2$, отличающегося от $B1$ возможностью решения указанной задачи, при наличии в исходных данных заданных предпочтений экспертов по ресурсам, выделенных в проекте для управления процессными рисками.

Для построения алгоритмов $B1$ и $B2$ предлагается исследовать подходы, основывающиеся на использовании положений ТНМ и методов многокритериального выбора альтернатив в условиях неопределенности. Опыт применения указанных теорий для задач анализа рисков программных изделий позволяет адаптировать известные методы и алгоритмы к задачам анализа рисков качества процессов ПП. Сформированный такими способами оптимизированный состав $R(t)^*$ необходим и используется далее на этапе мониторинга и сокращения процессных рисков ПП.

Библиографический список

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288-2005 Информационная технология. Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем.
2. Таганов А. И. Методика анализа и сокращения рисков проектов сложных программных систем по характеристикам качества // Вестник РГРТУ, 2010. Вып. 30. С. 77 – 82.

Секция 7
Internet-технологии

**ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ
АБОНЕНТА СОТОВОЙ СВЯЗИ МЕТОДОМ UL-TOA**

Н.Ю. Колбнева

Научный руководитель – Артемова Т.К., к.ф.-м.н., доцент
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Возможность быстрого и точного определения местоположения (ОМ) абонента в современных системах мобильной связи в настоящее время приобрела значительную актуальность.

Для исследования была выбрана малоизученная модификация UL-TOA (Uplink Time of Arrival) существующего метода TOA (Time of Arrival).

В связи с отсутствием необходимой информации для точного формулирования цели исследования пришлось предварительно провести моделирование в среде MATLAB канала связи в условиях городской застройки. При этом использовалась реализация шестилучевой Кларковской модели канала связи с моделью Джейкса сигнала с доплеровским спектром. Каждый луч характеризовался двумя параметрами - относительной временной задержкой и средней мощностью затухания на трассе распространения. Потери распространения взяты из разработанной МСЭ модели радиоканалов сотовых систем для транспортных средств с высокими антеннами БС (базовых станций).

Таким образом, с учетом анализа результатов **целью работы** являлось исследование и анализ точности оценки ОМ абонента сотовой связи по технологии UL-TOA в условиях городского канала связи с практически необходимым ОСШ (отношением сигнал/шум) 4,5 дБ, соответствующей ему вероятности ошибки 0,17 и относительной задержке 0,05.

Для достижения заданной цели были поставлены следующие **задачи**.

1. Построение модификации модели алгоритма определения координат МА (мобильного абонента) для метода UL-TOA.
2. Исследование влияния оценки времени прохождения сигнала до первой БС на оценку статистических характеристик местоположения МА.
3. Исследование влияния количества БС, принимаемых в рассмотрение, на оценку статистических характеристик местоположения МА.
4. Анализ оценки статистических характеристик местоположения МА.

Для анализа зависимостей оценки статистических характеристик местоположения от оценки времени прохождения сигнала до первой БС и количества БС в среде Mathematica моделируется ситуация, когда в сети были размещены МС (мобильная станция) и от трёх до шести БС так, что расстояния от МС до БС одинаковы. Модель алгоритма ОМ модифицирована следующим образом: введена модель задержки переотраженного луча в процентах. Вид распределения задержки сильно зависит от амплитудного соотношения между основным и переотраженными лучами и от ОСШ. При этом форма может варьироваться от одномодовых нормального и релеевского распределений до многомодовых. При уменьшении ОСШ и малой разнице между основным и переотраженными лучами закон распределения

ошибки времени прихода стремится к релейевскому. В условиях слабых переотражений при увеличении ОСШ и усилении основного луча закон распределения ошибки стремится к нормальному.

На основе измерений времени прихода сигнала с трех, четырех, пяти и шести БС при 5% СКО ошибки времени поступления сигнала на первую БС обнаружено: с увеличением числа БС СКО и отклонение относительно истинного положения замедляют свой рост, распределение ошибки перестает сказываться. Тогда оценка стремится к несмещенной оценке с конечной дисперсией.

Рассмотрим критерий достаточности количества БС. Отклонение оценки местоположения МА и её СКО растут с ростом количества задействованных БС таким образом, что между пятью и шестью БС их относительное изменение не превышает уже 1,5%. Это процент изменений, который на практике можно считать малым. Поэтому рекомендуем выбирать шесть БС для анализа оценки статистических характеристик.

Для анализа полученных результатов проводилось сопоставление плотности вероятности ошибки ОМ и плотности вероятности ошибки определения времени прихода сигнала на первую БС. Получено, что ошибки ОМ по осям x и y имеют распределения, близкие к нормальным, не зависимо от распределения входной ошибки.

Услуга ОМ на основе предложенной модификации метода UL-TOA отвечает следующим показателям качества:

1. горизонтальная точность ОМ обеспечивается выбранной моделью радиоканала для наземных сотовых систем, которая определяет достаточное количество опорных БС, равное шести;
2. вертикальная точность – обеспечивает достижение ошибки 120 м, если высота установки антенны БС относительно плоской крыши до 50 м;
3. время ответа для услуги ОМ определяется быстродействием системы, которое составляет 10 секунд. Данное требование обеспечивает вариант "малой задержки";
4. класс качества системы ОМ - "гарантированный", обеспечивающий степень выполнения требований к точности и времени задержки.

Основные результаты работы.

1. Проведенное моделирование с использованием полученных значений позволяет сделать заключение о том, что для случая нормального распределения ошибки времени прихода сигнала обеспечивается более точное ОМ на основе алгоритма UL-TOA по сравнению с релейевским при прочих равных условиях (достижение наихудшей ошибки 120 м).

2. С увеличением числа БС монотонно возрастает точность ОМ. Распределение ошибки времени прихода сигнала перестает сказываться с увеличением числа БС, а также при малых погрешностях времени прохождения сигнала до первой БС.

Практическая значимость работы состоит в том, что предложенные рекомендации (использовать шесть БС вместо стандартных трёх) на основе существующей модели ОМ могут быть использованы при проектировании мобильных систем связи и реализации практических приложений, повышающих точность позиционирования в сетях сотовой связи (например, для случая 5% отклонения задержки, радиуса микросоты 200 м, увеличение числа опорных БС до 6 позволяет повысить точность ОМ до 7 раз).

ПОИСК ОТНОШЕНИЙ В ТЕХНОЛОГИИ SEMANTIC WEB

Е.А. Егоров

Научный руководитель – Каширин И.Ю., д.т.н., профессор
Рязанский государственный радиотехнический университет

Традиционные системы информационного поиска по ключевым словам не учитывают семантические отношения, присутствующие в поисковом запросе, что является одной из причин низкой полноты и точности поиска. В технологии Semantic Web эта проблема решена на уровне архитектуры: семантическая информация представлена как связи сущностей, выраженные в формате RDF, которые могут быть интерпретированы при помощи онтологий в формате OWL. Необходимо создать средства, позволяющие использовать отношения между сущностями для получения более точного множества результатов. Для реализации этой цели крайне важно решить задачу поиска сложных отношений между ресурсами Семантической паутины.

В докладе рассматривается подход к поиску отношений в технологии Semantic Web, частично основанный на теории графов.

В основе технологии Semantic Web лежат два стандарта: XML и RDF. XML позволяет осуществлять обмен данными путем обеспечения стандартного синтаксиса для их представления. RDF является стандартной моделью данных для выражения структуры и ограниченной части семантики содержимого Всемирной паутины. Модель данных в первом формате представляет собой граф с помеченными вершинами, но без меток на ребрах (то есть, отношения отсутствуют). Граф, образуемый данными в формате RDF, имеет помеченные вершины и ребра, реализуя спецификацию отношений между отдельными сущностями. [3]

Языки запросов для модели данных в формате XML (например, XQuery), предоставляют ограниченные возможности поиска отношений, поскольку сами ребра графа не анализируются. Более того, информация о связи отдельных вершин является частью запроса. Для поиска отдельных отношений нужен другой подход по причине того, что тип отношения, связывающего сущности, может быть неизвестен.

Другим ограничением существующих языков запросов является то, что они не позволяют выполнять поиск типизированных отношений, относящихся к определенной предметной области. Также невозможно эффективно ранжировать найденные отношения.

Модель данных RDF представляет собой ориентированный помеченный граф, где вершинам соответствуют ресурсы (сущности с уникальными идентификаторами URI) или литеральные значения, а ребрам – свойства (простые бинарные отношения между сущностями). Свойства характеризуются предметной областью, к которой относятся классы соединяемых сущностей, и кратностью. Утверждение в формате RDF есть тройка субъект-свойство-объект и выражает, что субъект обладает свойством, значением которого является объект. Объектом может быть либо ресурс, либо литеральное значение. [1]

Под сложными отношениями будем понимать конечную последовательность из простых отношений. Для их поиска необходимо указать сущности, между которыми возможно наличие такой связи.

Подход к поиску заключается в рекурсивной проверке принадлежности сущностей к общему классу, общему родительскому классу или к классам, связанным отношением родитель-потомок. Если это удастся, то между указанными сущностями существует связь.

Если проверка возможности существования отношения завершилась удачно, производится выделение всех возможных путей между сущностями с учетом предметной области или иных ограничений, например, длины пути на графе.

Важнейшей задачей является ранжирование полученных результатов, поскольку количество связей в типичной базе знаний в технологии Semantic Web в разы превосходит количество сущностей.

Возможны различные подходы к ранжированию отношений: например, по длине пути, по частоте использования отношения, по кратности. Выбор критерия, по которому следует проводить ранжирование, зависит от конкретного варианта использования поисковой системы.

Семантические отношения могут иметь составные части, относящиеся к различным предметным областям. Предлагается использовать весовую функцию, которая состоит из нескольких отдельных весов.

Во-первых, измеряется глубина расположения в иерархии сущностей, входящих в путь. Сущности, расположенные ниже, являются специализированными, поэтому должны повышать ранг отношения.

Вес W_i сущности C_i , входящей в путь, оценивается как

$$W_i = \frac{G_i}{G_{\max}}, \text{ где}$$

G_i - глубина сущности в иерархии;

$G_{\max}$ - максимальная глубина сущности во всей иерархии.

Результирующее значение W составляющей рассчитывается как сумма весов всех входящих в путь сущностей.

Во-вторых, рассчитывается длина пути. Предпочтительными являются короткие пути. Длина измеряется относительно количества сущностей, входящих в путь, чем их меньше, тем выше должен быть ранг отношения.

Длина L отношения оценивается как

$$L = \frac{1}{N_c}, \text{ где}$$

N_c - количество сущностей, входящих в путь.

Общий ранг R отношения предлагается рассчитывать по формуле

$$R = k_1 \times W + k_2 \times L, \text{ где}$$

k_1 и k_2 - коэффициенты, позволяющие гибко варьировать влияние отдельных составляющих и управлять поисковой выдачей.

Библиографический список

1. D. Brickley and R.V. Guha. Resource Description Framework (RDF) Schema Specification 1.0, W3C Candidate Recommendation, 2000.

2. Brin, S., Page, L. The anatomy of a large-scale hypertextual Web search engine. WWW1998 pp. 107-117, 1998.
3. O. Lassila and R. Swick. Resource Description Framework (RDF) Model and Syntax Specification, W3C Recommendation, 1999.

ПОИСК СУЩНОСТЕЙ В ТЕХНОЛОГИИ SEMANTIC WEB

Е.А. Егоров

Научный руководитель – Каширин И.Ю., д.т.н., профессор
Рязанский государственный радиотехнический университет

В связи с быстрым ростом количества документов, опубликованных в Семантической паутине, возникла острая потребность в создании для нее эффективных средств поиска. Особенно актуальной является задача поиска отдельных сущностей, поскольку они образуют семантическое ядро сети нового поколения.

В докладе рассматривается подход к поиску сущностей в технологии Semantic Web на основе адаптированных традиционных методов информационного поиска.

Поиск осуществляется по ключевым словам, его результатом является ранжированный список релевантных объектов с описанием их типа, значениями текстовых свойств и набором смежных сущностей.

Традиционные методы информационного поиска основаны на статистическом и синтаксическом анализе содержимого документов. Адаптация их к поиску сущностей заключается в использовании всех доступных текстовых элементов: имени, меток, описаний (комментарии, аннотации), а также свойств смежных сущностей, что особенно важно при поиске неизвестных объектов, относящихся к определенной предметной области.

Для построения индекса используется популярное взвешивание TF-IDF относительно ключевых слов и сущностей. Аналогично анализируются частоты вхождения концептов в онтологии, что позволяет при поиске генерировать результаты, соответствующие отдельным предметным областям.

Каждый концепт в технологии Semantic Web обладает именем, может обладать несколькими метками (rdfs:label, dc:title), комментариями (rdfs:comment, dc:description) и содержать произвольные текстовые поля. Очевидно, что эти элементы неравноценны, и при расчете веса ключевого слова необходимо учитывать, в каком свойстве оно встречается.

Система поиска осуществляет сбор и последующее индексирование RDF-утверждений из различных источников. Имеет смысл анализировать лишь документы в формате RDF/XML, поскольку он широко распространен, в отличие от N-Triples и Turtle. Документы извлекаются по протоколу http/https и имеют соответствующий тип содержимого (http-заголовок application/rdf+xml). Краулер производит обход графа документов в ширину, что позволяет быстрее обрабатывать наиболее важные связанные документы. Затем утверждения, относящиеся к одним и тем же сущностям, консолидируются.

В теории, RDF-документы позволяют интегрировать данные из различных источников, где каждая сущность уникальна и обладает специальным идентификатором – URI. На практике же документы, опубликованные несколькими авторами, зачастую несут информацию о схожих сущностях с

разными URI. Более того, стандарт позволяет создавать анонимные сущности без идентификатора. Все это приводит к огромному количеству дубликатов в поисковой выдаче, что соответствует современной ситуации во Всемирной паутине, где информация сильно фрагментирована.

Для решения указанной проблемы необходимы средства, позволяющие находить эквивалентные сущности в RDF-данных, которые представляют одни и те же объекты реальности, и объединять их.

Стандарт OWL предлагает использовать свойство `owl:sameAs` для связи эквивалентных сущностей, которое является транзитивным, симметричным и рефлексивным. В случае, когда имеются неявные связи такого рода, предлагается использовать классы свойств `owl:FunctionalProperty` и `owl:InverseFunctionalProperty`. Значения свойств, относящихся к указанным классам, позволяют однозначно идентифицировать сущности.

После консолидации собранные данные обрабатываются алгоритмами логического вывода, чтобы обнаружить скрытые связи и устранить противоречия в описаниях сущностей. Для этих целей используется преимущественно набор правил, частично – подходы на основе дескриптивных логик. Правила обладают большей толерантностью к ошибкам и проще масштабируются к огромным объемам данных Семантической паутины. Еще один аргумент в пользу правил состоит в том, что многие популярные онтологии не являются верными с точки зрения дескриптивных логик. Например, FOAF включает запрещенные в OWL DL свойства.

С другой стороны, не существует стандартного набора правил, который подходит для анализа произвольных данных из Всемирной паутины, поэтому необходимо очень тщательно относиться к их формированию и применять фрагменты языка OWL 2 RL. [4]

Алгоритм ранжирования результатов поиска должен учитывать источник информации, из которого получена сущность, чтобы исключить сильное зашумление. Предлагается использовать ранжирование самих источников, и затем применять их ранги при расчете ранга сущности.

Источники характеризуются ссылками, поэтому для их ранжирования используется адаптированный алгоритм PageRank, в котором анализируются также семантические связи вида `owl:imports`, `rdfs:seeAlso` и т.д.

Ранг отдельной сущности складывается из ранга ее источника, рассчитанного веса, а также популярности, которая определяется как количество RDF-документов, в которых встречается ее упоминание.

Результаты поиска удобно возвращать в формате XML для последующей обработки. Это позволит единообразно организовать как веб-сервисы, так и интерфейс пользователя. Для преобразования и оформления сырых данных используются XSLT-шаблоны.

Для повышения эффективности работы системы поиска планируется использовать распределенные вычисления и кластерную архитектуру.

Библиографический список

1. S. Brin, L. Page, The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web Search Engine, Computer Networks 30 (1-7) (1998) 107-117.
2. T. Cheng, K. C.-C. Chang, Entity Search Engine: Towards Agile Best-Effort Information Integration over the Web, in: CIDR, 2007.

3. L. Ding, R. Pan, T. Finin, A. Joshi, Y. Peng, P. Kolari, Finding and ranking knowledge on the semantic web, in: 4th International Semantic Web Conference, 2005.

4. B. C. Grau, B. Motik, Z. Wu, A. Fokoue, C. Lutz, OWL 2 Web Ontology Language: Profiles, W3C Working Draft, <http://www.w3.org/TR/owl2-profiles/>

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОТОКОЛА НАДЕЖНОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ UDP

Д.Д. Шарипо

Научный руководитель – Маховиков А.Б., к.т.н., доцент

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

В противоположность корпоративному сектору, в частном секторе практически отсутствуют проблемы с блокировкой протокола UDP, но часто присутствует проблема качества канала связи. Естественно, что если канал связи совсем плох, то ни о каком общении в реальном времени говорить не приходится. Однако пользователи, имеющие такие каналы связи, должны иметь возможность загружать и просматривать архивы Internet-конференций.

В отличие от «живой» конференции, просмотр архива не требует передачи данных в реальном времени и, на первый взгляд, может быть реализован с помощью протокола TCP. Однако передача данных по этому протоколу резко ухудшается с ухудшением канала связи. Вызвано это принципиальной недоработкой протокола TCP, заключающейся в том, что в подтверждении о доставке пакета посылается только номер следующего ожидаемого пакета. Таким образом, если например, пакет номер 5 потерялся, а остальные пакеты – нет, то все они будут повторно пересланы, т.к. информации об их успешной доставке у передающей стороны нет.

Чтобы устранить указанный недостаток и уменьшить бесполезную пересылку информации по и так плохому каналу связи, для системы SAVii [1] был разработан собственный протокол гарантированной доставки данных, основанный на протоколе UDP. Суть его состоит в том, что на каждый принятый пакет посылается подтверждение, содержащее информацию о 8 предыдущих пакетах. Если пакет доставлен, то для него устанавливается флаг 1, а если нет – 0. Передающая сторона анализирует данную информацию и пересылает только недоставленные пакеты.

Использование данного протокола передачи данных в системе SAVii показало, что по сравнению с протоколом TCP, обеспечиваемая им реальная скорость доставки данных существенно медленнее снижается с ухудшением канала связи.

Для детального исследования предложенного протокола передачи данных мной, совместно с Д.А. Жабиным, была разработана программа, состоящая из трех модулей: модель источника данных, модель канала связи и модель приемника данных.

Задачей первого модуля является генерация потока данных с заданной скоростью. При загрузке архивов все данные (изображение с экрана, видео и аудио) идут в одном потоке и никаких проблем с синхронизацией данных не возникает. Кроме того, данный модуль принимает от модели приемника подтверждения о доставке пакетов и реализует повторную пе-

передачу данных, причем эта передача осуществляется как по принципам предложенного протокола, так и по принципам протокола TCP.

Задачей модели канала связи является организация временной задержки передаваемых в обе стороны данных и выбрасывание пакетов с целью обеспечения установленной достоверности передачи информации. Модуль может работать в двух режимах, соответствующих процессам, наблюдаемым в реальных каналах связи. В первом режиме осуществляется равномерное выбрасывание передаваемых пакетов из потока данных. Во втором режиме, пакеты выбрасываются пачками.

Модель приемника данных производит получение пакетов и посылает подтверждения на них. Для сравнения характеристик предложенного протокола передачи данных с характеристиками, обеспечиваемыми протоколом TCP, модель приемника может работать в двух режимах. Также в задачи данного модуля входит накопление статистики процесса приема данных для различных установленных параметров моделей источника и канала.

Предварительное тестирование разработанной программы показало ее работоспособность и адекватность положенной в ее основу модели реальным процессам, происходящим при передаче информации. Целью дальнейших исследований является детальное моделирование процесса передачи данных, получение зависимостей основных характеристик процесса передачи от параметров источника и канала и доказательство преимущества предложенного протокола по сравнению с классическим TCP.

Библиографический список

1. Маховиков А.Б., Столяров К.В., Стрельникова А.В., Чернов М.А. Методы решения некоторых проблем, возникающих при разработке систем Интернет-конференций.- Записки Горного института. Т.193.- СПб, СПГГУ, 2011

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ ПО ПРОТОКОЛУ TCP

Д.А. Жабин

Научный руководитель – Маховиков А.Б., к.т.н., доцент

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

Применение систем для организации Интернет-конференций в корпоративном секторе обычно сталкивается с практически неразрешимой проблемой, связанной с изменением настроек корпоративного шлюза с целью разрешения непопулярного у сетевых администраторов протокола UDP. Именно на этом протоколе базируются как стандартные (например, RTP), так и специальные (как в системе SAVii [1]) протоколы передачи данных в реальном времени. В корпоративных же сетях, как правило, разрешены только протокол TCP (Transmission Control Protocol) и базирующийся на нем прикладной протокол HTTP (HyperText Transfer Protocol), причем передача данных осуществляется только через кэширующий HTTP-прокси. Для организации передачи данных в реальном времени с помощью протокола TCP, который для этого не предназначен, было предложено следующее решение.

Для передачи каждого типа данных устанавливается свое TCP-соединение и с помощью методов POST и GET протокола HTTP организуется передача данных. В случае плохого канала связи при использовании протокола TCP происходит быстрый рост задержки доставки данных за счет их накопления и повторной пересылки и, соответственно, потеря реального времени. С целью ликвидации данного эффекта, с некоторой периодичностью (в системе SAVii - 10 с), происходит создание нового TCP-соединения, по которому и продолжается передача данных. Данные, которые не были переданы по старому соединению, выбрасываются.

Данный метод может быть использован и при наличии корпоративного HTTP-прокси. В этом случае необходимо в заголовках запросов и ответов указывать на запрещение кэширования информации. Кроме протокола HTTP можно использовать также HTTPS.

Опыт эксплуатации системы SAVii показал работоспособность предложенного метода. Реальное качество связи, конечно, резко падает с ухудшением качества канала связи (резче, чем при использовании протоколов, базирующихся на UDP), но внешние каналы связи в корпоративном секторе, как правило, имеют хорошее качество.

Для детального исследования предложенного метода организации передачи данных мной, совместно с Д.Д. Шарипо, была разработана программа, состоящая из трех модулей: модель источника данных, модель канала связи и модель приемника данных.

Задачей первого модуля является генерация потоков данных с заданными скоростями. В реальной системе Internet-конференций присутствуют минимум три потока данных: изображение с экрана компьютера ведущего, видео ведущего и речь ведущего. Текстовый поток имеет малую скорость и может не приниматься во внимание. Таким образом, данный модуль осуществляет генерацию трех потоков данных с разными скоростями. Наличие в модели трех потоков позволит исследовать проблемы синхронизации данных. Кроме того, данный модуль принимает от модели приемника подтверждения о доставке пакетов и реализует повторную передачу данных. В соответствии с предложенным методом, все непереданные данные периодически удаляются.

Задачей модели канала связи является организация временной задержки передаваемых в обе стороны данных и выбрасывание пакетов с целью обеспечения установленной достоверности передачи информации. Модуль может работать в двух режимах, соответствующих процессам, наблюдаемым в реальных каналах связи. В первом режиме осуществляется равномерное выбрасывание передаваемых пакетов из потока данных. Во втором режиме пакеты выбрасываются пачками.

Модель приемника данных производит получение пакетов и посылает подтверждения на них. Для сравнения характеристик предложенного метода передачи данных с характеристиками, обеспечиваемыми протоколом UDP, в модели приемника имеется режим, когда подтверждения отсылаются даже на неприятые пакеты. Также в задачи данного модуля входит накопление статистики процесса приема данных для различных установленных параметров моделей источника и канала: текущей задержки полученных данных по каждому из трех потоков и распределения потерь пакетов по времени.

Предварительное тестирование разработанной программы показало ее работоспособность и адекватность положенной в ее основу модели реальным процессам, происходящим при передаче информации. Целью дальнейших исследований является детальное моделирование процесса передачи данных, получение зависимостей основных характеристик процесса передачи от параметров источника и канала и выбор оптимальной периодичности переинициализации TCP-соединения.

Библиографический список

1. Маховиков А.Б., Столяров К.В., Стрельникова А.В., Чернов М.А. Методы решения некоторых проблем, возникающих при разработке систем Интернет-конференций.- Записки Горного института. Т.193.- СПб, СПГГУ, 2011.

КЛАССИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ОПОРНЫХ ВЕКТОРОВ И ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

Г.М. Поликарпов, Н.А. Хэбе

Научный руководитель – Демидова Л.А., д.т.н., профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет

Предметом данного доклада является реализация классификации объектов с применением метода опорных векторов (SVM - support vector machine) [2] и генетического алгоритма. Метод опорных векторов является одним из алгоритмов извлечения данных (Data Mining). Этот метод принадлежит к семейству алгоритмов линейной классификации, следовательно, задачей метода является разделение множества объектов на классы, опираясь на подмножество объектов, классовая принадлежность которых уже известна. Тип обучения – обучение с учителем. На вход метода опорных векторов подается обучающая выборка, на основании которой строится классификатор. Часть этой выборки может использоваться как тестовая. Метод может разделять объекты как на два класса (бинарная классификация), так и на количество классов, большее двух (мультиклассовая классификация). Задачу мультиклассовой классификации можно свести к бинарной. Каждый объект данных представляется как вектор (точка) в n -мерном пространстве. Каждая точка принадлежит только одному из двух классов (в бинарной классификации). В зависимости от того, можем ли мы разделить эти точки гиперплоскостью размерностью $n-1$, можно выделить случаи линейной разделимости и линейной неразделимости.

В случае линейной разделимости (классификации с жестким зазором) разделяющих гиперплоскостей может быть несколько, поэтому необходимо выбрать оптимальную из них. Для этого необходимо расположить гиперплоскость так, чтобы расстояние от нее до ближайших точек было максимальным. Гиперплоскость имеет вид: $w \cdot x - b = 0$, где w – перпендикуляр к разделяющей гиперплоскости, b зависит от кратчайшего расстояния гиперплоскости от начала координат. Расстояние до ближайших точек (ширина полосы) будет равна. Данная задача сводится к минимизации $\|w\|$ и является задачей квадратичной оптимизации:

$$\begin{cases} \|w\|^2 \rightarrow \min, \\ c_i \cdot (w \cdot x_i - b) \geq 1, \quad i = \overline{1, n}, \end{cases}$$

где c_i принимает значение 1 или -1, в зависимости от класса, к которому принадлежит объект

В случае линейной неразделимости методу допускается допускать ошибки. В этом случае задача оптимизации будет иметь следующий вид:

$$\begin{cases} \frac{1}{2} \cdot \|w\|^2 + C \cdot \sum_{i=1}^n \xi_i \rightarrow \min_{w, b, \xi_i}, \\ c_i \cdot (w \cdot x_i - b) \geq 1 - \xi_i, \quad i = \overline{1, n}, \\ \xi_i \geq 0, \quad i = \overline{1, n}, \end{cases}$$

где $\xi_i \geq 0$ - величина ошибки на объекте x_i ; C - коэффициент, регулирующий отношение между минимизацией суммарной ошибки и максимизацией зазора.

Решение поиска минимума и в случае линейной разделимости, и в случае линейной неразделимости сводится к поиску седловой точки функции Лагранжа. Для решения задачи классификации в случае линейной неразделимости существует еще один способ – переход от скалярных произведений к функциям ядра. В данном случае осуществляется построение нелинейного разделителя. Отличие метода будет заключаться в том, что все скалярные произведения при поиске седловой точки функции Лагранжа заменяются нелинейной функцией ядра.

Одна из библиотек, реализующих метод опорных векторов – libSVM. Данная библиотека позволяет выполнять классификацию, регрессию, кластеризацию на основе машин опорных векторов. К методам, реализующим классификацию, относятся C-SVM и v-SVM. Эта библиотека позволяет реализовывать многоклассовую классификацию. Данный вид классификации реализуется путем повторения бинарной классификации и выполняется методом, получившим название «one-against-one». Еще одной особенностью библиотеки является использование метода SMO. Данный метод позволяет при обучении машин опорных векторов разбивает задачу квадратичного программирования на более мелкие и простые подзадачи, которые можно решить аналитически. SMO является итеративным методом.

Для сокращения времени построения классификатора, обеспечивающего получение адекватных результатов классификации объектов с приемлемыми временными затратами целесообразно использование принципов генетических алгоритмов, хорошо зарекомендовавших себя при решении широкого спектра задач оптимизации [1, 3]. Предлагаемый способ кодирования хромосомы позволит выполнить одновременную оптимизацию, например, по параметрам метода опорных векторов, а также – осуществить выбор характеристик, реально влияющих на результаты классификации. Так, одна часть генов в хромосоме, кодируемая вещественными числами, может соответствовать параметрам метода опорных векторов, а другая часть, кодируемая числами 0 и 1, декларирующими соответственно отсутствие учета или необходимость учета некоторой характеристики при разработке классификатора, – характеристикам объектов. В качестве функции соответствия может использоваться, например, показатель точности классификации,

вычисляемый как: $\rho = \frac{TP}{TP+FP}$, где TP – количество объектов, правильно отнесенных к классу; FP – количество объектов, неправильно отнесенных к классу.

Библиографический список

1. Демидова Л.А., Хэбе Н.А. Подход к классификации конкурсных проектов на основе метода опорных векторов и генетического алгоритма // Информационные технологии в учебном процессе и научных исследованиях: Межвуз. сб. науч. тр. / Под ред. А.Н. Пылькина. – Рязань: РГРТУ, 2012. – С. 34-39.
2. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы, нечеткие системы: Пер. с польск. И.Д. Рудинского. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 452 с.
3. Терехов С.А. Лекции по нейроинформатике. – М.: МИФИ, 2006. – 73 с.

ЭВОЛЮЦИОННЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ПОКРЫТИЯ ОБЪЕКТА НАБЛЮДЕНИЯ СИСТЕМОЙ СЪЕМКИ

Н.А. Петрова

Научный руководитель – Демидова Л.А., д.т.н., профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет

При моделировании функционирования сложных технических систем важной задачей является определение таких оптимальных значений параметров, которые бы обеспечили достижение требуемых целевых характеристик системы [2].

Задачей эволюционного алгоритма при оптимизации покрытия объекта наблюдения является подбор оптимальных значений параметров съемки по соответствующим начальным значениям каждого параметра, т.е. необходимо определить оптимальный набор параметров съемки.

Для решения задачи подбора параметров съемки, обеспечивающих оптимальное покрытие объекта наблюдения, предлагается использовать эволюционный алгоритм. В связи с этим разработаны модель эволюционного алгоритма решения задачи оптимизации подбора параметров и схема системы оптимизации на основе предложенного эволюционного подхода.

Рассмотрено описание задачи подбора параметров съемки в терминах эволюционных алгоритмов и определен критерий оптимального покрытия объекта наблюдения, как разность площади покрытия и площади объекта.

Соответственно функцией приспособленности решений будет являться функция, определяющая максимальное приближение площади съемки и площади объекта наблюдения, т.е. вершины объекта наблюдения должны находиться внутри границ оптимальной съемки, а площадь съемки должна отличаться от площади объекта наблюдения на минимальную величину.

Таким образом, в эволюционном алгоритме оптимизации покрытия объекта наблюдения применяется эволюционная стратегия, которая оперирует параметрами съемки, где каждая альтернатива решения представлена единым массивом значений, каждый из которых является аргументом функции приспособленности, причем воздействие на данные массивы алгоритмом

осуществляется с учетом их смыслового содержания и направлено на улучшение значений входящих в них параметров [1].

На основе предложенного эволюционного алгоритма разработана программная система, реализующая оптимизацию многопараметрических задач.

Практический расчет задачи оптимизации покрытия объекта наблюдения при съемке с помощью представленного алгоритма и разработанной программы дает улучшение (в смысле минимизации критерия оптимального покрытия объекта наблюдения) набора параметров съемки по сравнению с исходными значениями.

Библиографический список

1. Петрова Н.А. Решение задач оптимизации методами эволюционных вычислений // Проблемы передачи и обработки информации в сетях и системах телекоммуникаций: 17-я международная научно-техническая конференция, посвященная 60-летию РГРТУ. – Рязань: РГРТУ. – 2012. – С. 113-114.
2. Токарева Н.А. Применение эволюционных технологий при оптимизации параметров сложных технических систем // Математическое и программное обеспечение вычислительных систем: Межвузовский сборник научных трудов / Под ред. А.Н. Пылькина. – Рязань: РГРТУ. – 2011. – С. 46-48.

РЕЕСТРЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ СЕРВИСОВ ГЛОБАЛЬНОЙ СЕТИ ИНТЕРНЕТ

Е.В. Селиванов

Научный руководитель – Каширин И.Ю., д.т.н., профессор
Рязанский государственный радиотехнический университет

Одним из главных компонентов сервис-ориентированной архитектуры является реестр сервисов. Веб-сервисы, составляющие основу такой архитектуры, могут быть сильно рассредоточены по всей глобальной сети, у них могут быть совершенно различные адреса и интерфейсы. При таком положении вещей поиск нужного сервиса для решения какой-либо задачи может быть как очень долгим, так и безрезультатным, поскольку даже современные поисковые системы, такие как google, обладают не слишком эффективным алгоритмом поиска веб-сервисов.

Для решения этого комплекса проблем в августе 2000 года был написан стандарт UDDI (англ. Universal Description Discovery & Integration) — инструмент для расположения описаний веб-сервисов (WSDL) с последующим их поиском другими организациями и интеграция в свои системы. Инициативу создания UDDI реестров поддержали большие компании, обладающие обширными ресурсами, такие как IBM, Microsoft, SAP, HP и другие. Ими были созданы публичные, общедоступные реестры, содержащие описание веб-сервисов, их адреса в сети, интерфейсы, wsdl-описания и всё, что нужно было для доступа к ним. Стандарт постепенно совершенствовался, базы данных UDDI росли, пополняясь новыми данными, и вопрос поиска информационных сервисов на тот момент казался решённым.

Однако по прошествии нескольких лет один за другим UDDI реестры всех крупных компаний были закрыты и перестали существовать. Те немногие реестры, которые продолжают работать и сейчас, оставляют удручающее впечатление, – они работают нестабильно, многих сервисов, содержащихся в этих реестрах, уже не существует, а также никто, похоже, не хочет публиковать в них новые сервисы. Почему же так получилось?

Если взглянуть на стандарт UDDI немного критичнее, можно увидеть, что он очень большой, неповоротливый. Разработчики, будто стараясь вместить в него все знания данной области, сделали его слишком объемлющим. Например, современные веб-сервисы стремятся к самодостаточности. Они публикуют всю мета-информацию о себе по своему адресу, не дублируя её в UDDI. Таким образом, пользователю не нужно искать эту информацию где-то ещё. А для каталогизации одних адресов сервисы UDDI становятся слишком сложными и перегруженными ненужными функциями.

Такое положение вещей привело к тому, что стандарт UDDI и UDDI сервисы используются только в очень узких областях. К примеру, он используется в BizTalk (Enterprise Service Bus Toolkit от Microsoft). В этой технологии реестр веб-сервисов несомненно нужен, так как сама идея ESB базируется на принципе, что пользователи публикуют свои сообщения в ESB, а шина сама знает какие сервисы будут обрабатывать эти сообщения и направляет сообщения по нужным адресам, в нужных форматах. Обычному же пользователю веб-сервиса нужно знать только его адрес, тогда как поиск по ключевым словам в UDDI оказался недостаточно востребованным.

Таким образом, вопрос поиска нужных сервисов пока остаётся открытым.

АЛГОРИТМ ОБНАРУЖЕНИЯ СВЕРТОЧНЫХ ПОМЕХОУСТОЙЧИВЫХ КОДОВ

В.А. Ревуцкий

Научный руководитель – Кириллов С.Н., д.т.н., профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет

В ряде ситуаций необходимо организовать сеанс радиосвязи, не имея полной информации о компонентах используемой системы помехоустойчивого кодирования. При этом одной из неизвестных составляющих стандарта систем спутниковой связи (ССпС) могут быть тип, параметры и порождающие элементы используемого помехоустойчивого кода (ПК). Данным положением обусловлена актуальность разработки алгоритма обнаружения сверточных ПК, позволяющего решить подзадачу обнаружения ПК заданного типа в рамках процедуры полной идентификации кодера. Также важно, чтобы данный алгоритм был устойчивым к битовым ошибкам, возникающих в каналах ССпС [1...3].

Обоснован алгоритм обнаружения сверточных ПК, применяемых в ССпС. Показано, что предложенный алгоритм обеспечивает правильное обнаружение сверточных кодов с известными параметрами при значениях вероятности битовой ошибки в анализируемой двоичной последовательности (АДП) не более 10^{-1} .

Исходными данными для рассматриваемого алгоритма является двоичная последовательность, содержащая сверточный код с известными парамет-

рами (m_0, n_0, k_0) . При этом выполнено ее деперемежение и известны моменты смены кодовых слов.

Предложенный алгоритм базируется на представлении АДП в виде матрицы переходов (МП) - $W(N_i, N_j)$, отсчеты которой показывают относительную частоту последовательного появления в потоке определенных кодовых комбинаций длиной $m_0 \cdot n_0$ символов (рисунок 1).

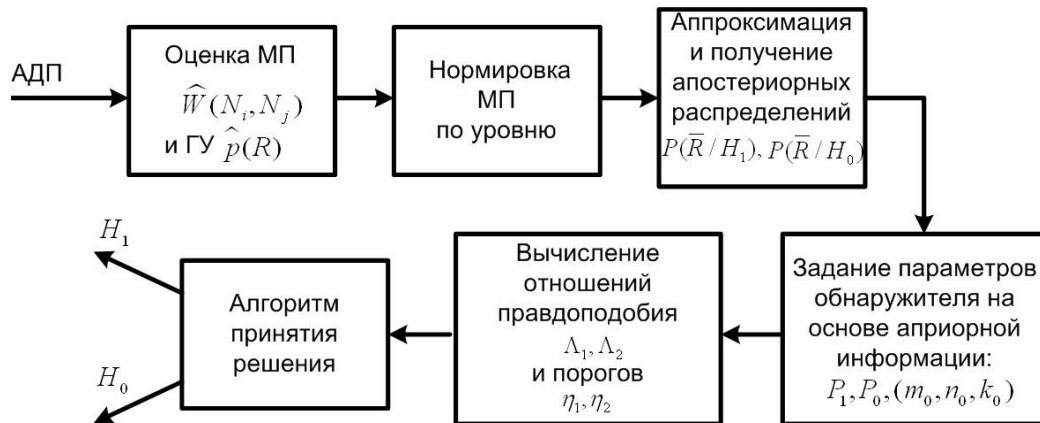


Рис. 1. Общая структурная схема алгоритма обнаружения сверточного ПК

Данное компактное представление помогает применить статистическую теорию проверки гипотез: H_1 - в АДП представлен сверточный код с параметрами (m_0, n_0, k_0) , H_0 - такого кода не обнаружено. При наличии априорной информации о вероятности появления каждой гипотезы P_1 и P_0 , решение принимается на основе Байесовского критерия [4] с использованием моделей распределения значений отсчетов МП $\hat{W}(N_i, N_j)$ - $P(\bar{R}/H_1)$ и $P(\bar{R}/H_0)$, где $\bar{R}$ - есть разовая реализация МП. Показано, что распределения $P(\bar{R}/H_1)$ и $P(\bar{R}/H_0)$ получаются на основе бета-аппроксимации оценок гистограмм уровней (ГУ) - $\hat{p}(\bar{R})$ по элементам МП. При этом специфической особенностью ГУ сверточных ПК является двухмодовый характер гистограммы, что приводит к двум формам отношения правдоподобия.

Наиболее значимым структурным блоком в составе данной системы является непосредственно блок принятия решения с использованием двух нормированных отношений правдоподобия, соответствующих числу мод ГУ для МП сверточных ПК.

Проведены эксперименты по проверке предложенного алгоритма обнаружения сверточных ПК на основе его многократных испытаний. Так в эксперименте использовались сверточные коды со следующими параметрами m, n, k : 3.3.1; 5.3.1; 8.3.1; 3.2.1; 5.2.1; 7.2.1; 3.3.2; 5.3.2. В качестве гипотезы H_0 принималась случайная последовательность Бернулли с равновероятными независимыми символами, описываемая биномиальным законом распределения [5].

Экспериментально доказано, что предложенный алгоритм обнаружения сверточного ПК обеспечивает вероятность правильного обнаружения не

ниже 0.96 и вероятность ложной тревоги не более 0.08 при вероятности битовой ошибки $P_{\text{ош.б}} \leq 10^{-1}$.

Библиографический список

1. Proximity-1 Space Link Protocol—Coding and Synchronization Sublayer. Blue Book. Issue April 2003. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://public.ccsds.org/publications/SLS.aspx>
2. Скляр Б. Цифровая связь, Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2003. – 1104 с.
3. Блейхунд Р. Теория и практика кодов, контролирующих ошибки. М.: Мир, 1986 – 576 с.
4. Г. Ван Трис, Теория обнаружения, оценок и модуляции, Пер. с англ. – М.: «Советское радио», 1967 – 744 с.
5. С. Уилкс, Математическая статистика, Пер. с англ. – М.: «Наука», 1967 – 633 с.

АЛГОРИТМ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ СЕТИ ОПОРНЫХ СТАНЦИЙ ЗА ПРЕДЕЛАМИ ЗДАНИЙ ДЛЯ НАВИГАЦИИ ВНУТРИ ПОМЕЩЕНИЙ

В.М. Бердников

Научный руководитель – Кириллов С.Н., д.т.н., профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет

Рассмотрен алгоритм многокритериальной оптимизации сети опорных станций (ОС) за пределами зданий для навигации внутри помещений.

Предполагалось следующее:

- так как материал и толщина стен здания может быть различной, а радиосигнал даже большой мощности может быть значительно ослаблен или полностью отсутствовать, особенно в глубине помещений, то целесообразно учитывать наличие и расположение окон здания;
- между каждой точкой области радионавигации (ОР) и ОС необходимо проверять условие прямой видимости с целью исключения использования затененных ОС при решении навигационной задачи;
- в случае достаточно высотного здания важным показателем качества (ПК) является не только горизонтальный коэффициент геометрии (КГ) $K_{\text{ГГ}}$, но и вертикальный КГ $K_{\text{ВГ}}$, так как в ряде случаев важно знать точно на какой высоте (этаже) находится объект навигации.
- при оптимизации топологии сети ОС изменению помимо координат на плоскости подвержены также высоты мачт ОС, подстройка которых обеспечивает улучшение потенциальной точности навигации объекта по высоте.

В качестве первого показателя качества использовался максимальный пространственный КГ $K_{\text{ГГ max}}$ среди всей ОР, который учитывает ошибку как в плоскости, так и по высоте, что является важным для навигации объектов внутри здания в сложных условиях применения [1].

В качестве второго ПК выберем величину, характеризующую динамический диапазон радиолинии и эффект «ближний-дальний» для систем с кодовым разделением абонентов D [2]:

$$D = \frac{1}{N_{OC}} \sum_j (r_{j\max} / r_{j\min}), \quad (1)$$

где $r_{j\max}$ и $r_{j\min}$ - максимум и минимум расстояния между j -й ОС и ОР.

Предложен следующий функционал минимизации и решающее правило синтеза [3]:

$$F = \alpha K_{\bar{A}\bar{I}\max} + (1 - \alpha)D, \quad \alpha = \overline{0,1}, \quad (2)$$

$$F \rightarrow \min_{\{x_j, y_j, z_j\}}. \quad (3)$$

Предлагается следующая процедура оптимизации топологии сети ОС для НРНС за пределами здания в виде двух последовательных этапов:

1) Размещение минимально необходимого количества ОС на ЦКМ с целью четырехкратного покрытия всех точек (окон) ОР;

2) Оптимизация размещения ОС по трем осям на ЦКМ с целью минимизации функционала (2).

Результат оптимизации ОС для ОР в виде левого крыла П-образного здания приведен на рисунке 1, где треугольниками показано расположение ОС, а цифрами высоты их мачт.

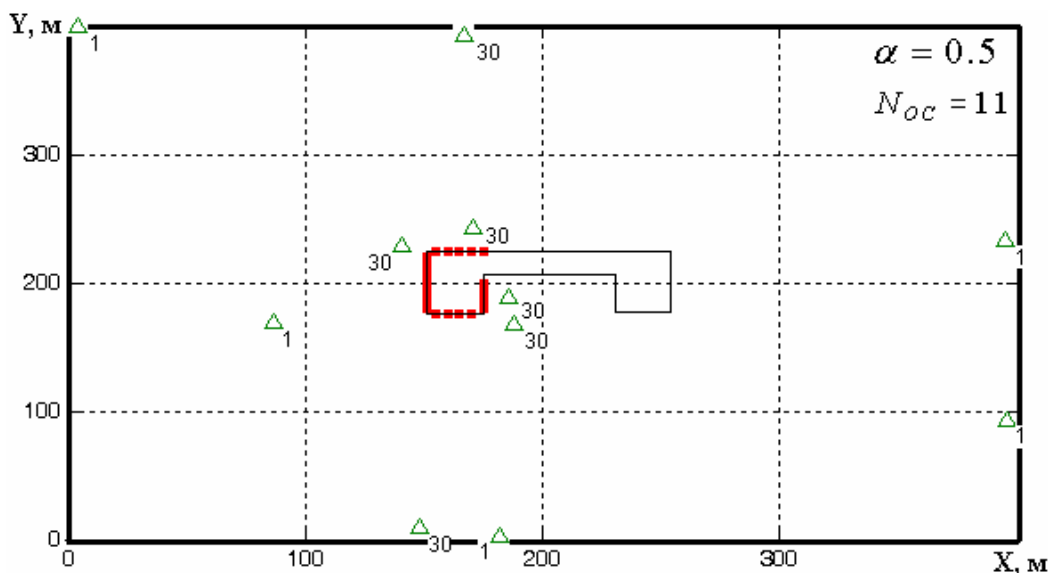


Рис. 1. Расположение ОС после оптимизации для ОР

Значения ПК при значении $\alpha = 0.5$ составляют: $K_{\bar{A}\bar{I}\max} = 4,1$, $K_{\bar{A}\bar{I}\max} = 2,5$, $K_{\bar{A}\bar{A}\max} = 3,4$, $K_{\bar{A}\bar{A}\max} = 1,8$, $K_{\bar{A}\bar{A}\max} = 2,3$, $K_{\bar{A}\bar{A}\max} = 1,7$, $D_{\max} = 1,7$, $D_{\max} = 1,3$.

Анализ полученных результатов показывает, что возможно определение местоположения объектов при их расположении внутри помещений с точностью до 3-х м по горизонтали и до 2-х м по вертикали при обеспечении ошибки измерения псевдодальностей в приемнике не более 1 м.

Библиографический список

1. Сетевые спутниковые радионавигационные системы. Под ред. В.С. Шибшаевича. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1993. – 408 с
2. Bazant, J. Taufer. "The Pseudolite System Concept for Railway" // Czech Railways, Laboratory of Intelligent Systems, Pardubice, Czech Republic, 2008, 10 p.

3. Кириллов С.Н., Бердников В.М. Процедура многокритериальной оптимизации топологии сети опорных станций для наземной радионавигационной системы. // Вестник РГРТУ - 2010. - № 3 (Выпуск 33). - С. 19 – 24.

БИНОМИАЛЬНЫЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВЫЕ КОДЫ

Д.С. Семин

Научный руководитель – Кириллов С.Н., д.т.н., профессор
Рязанский государственный радиотехнический университет

Одной из актуальных проблем современных систем передачи информации является необходимость повышения помехоустойчивости в условиях действия помех различного происхождения. Показана возможность формирования помехоустойчивых кодов на базе упаковки точек в n -мерном Евклидовом пространстве [1]. Подобный подход позволил построить реализуемый на практике алгоритм декодирования, использующий «мягкий» выход детектора приемного устройства.

Кодирующее устройство предложенного кода, представлено на рисунке 1.



Рис.1. Кодирующее устройство.

Бинарная информационная последовательность в буфере группируется в блоки заданной длины, далее в биномиальном перекодировщике происходит перевод из позиционной системы счисления в биномиальную. Полученный вектор умножается на матрицу T , состоящую из векторов равноудаленных друг от друга в Евклидовой метрике. В декодирующем устройстве производятся обратные операции: в начале принятое кодовое слово умножается на матрицу обратную T , далее производится оценка слова биномиального кода и перекодировка полученного слова в позиционную систему [2].

Имитационное моделирование предложенного биномиального помехоустойчивого кода производилось путем добавления к кодовым словам белого Гауссова шума в полосу частот сигнала. В качестве источника информации использовался генератор случайной бинарной последовательности, обеспечивающий минимальный уровень боковых лепестков автокорреляционной функции. Сравнение предложенных кодов производилось с кодами Боуза-Чоудхори-Хоквенгема (БЧХ) различной длины кода и кодовой скорости. Для кодов малой кодовой скорости (менее 0,5) предложенные алгоритмы обеспечивают выигрыш по помехоустойчивости до 1,4 дБ или до 2 раз по кодовой скорости при равной помехоустойчивости.

Библиографический список

1. Конвей Дж., Слоэн Н. Упаковки шаров, решетки и группы: В 2-х т. Т.1. Пер. с англ. – М.: Мир, 1990. – 415 с

2. С.Н. Кириллов, Д.С. Семин, Алгоритмы кодирования и декодирования недвоичных биномиальных помехоустойчивых кодов // Вестник РГРТУ, Выпуск 39. №1. 2012 - С. 5-9.

ОПТИМИЗАЦИЯ КОРПОРАТИВНОЙ СЕТИ НЕСКОЛЬКИХ ПРОВАЙДЕРОВ СВЯЗИ С УЧЕТОМ КРИТЕРИЯ МИНИМАЛЬНОЙ СТОИМОСТИ

М.А. Иванчикова, Д.А. Перепелкин

Научный руководитель - Перепелкин Д.А., к.т.н., доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящее время задача формирования структуры корпоративной сети нескольких провайдеров связи актуальна при создании телекоммуникационной структуры с учетом особенностей региональных операторов связи [1]. Корпоративная сеть состоит из множества базовых (коммуникационных) узлов, к которым подключаются пользователи сети, соединенные скоростными каналами связи. Данная задача может быть сформулирована как задача построения минимального покрывающего дерева (spanning tree) на графе. При этом вершинами графа являются базовые узлы, а ребрами – каналы связи, соединяющие эти базовые узлы. Стоимость корпоративной сети складывается из стоимости используемых каналов связи и базовых узлов. Однако в реальных случаях задача построения базовой сети осложняется наличием нескольких альтернативных вариантов реализации, что приводит к необходимости стыковки каналов в узлах сети и возникновению зависимости стоимости узла от подключаемых к нему каналов связи. Примером может служить задача оптимального построения корпоративной сети при наличии нескольких операторов связи с различными зонами покрытия. Известно большое число алгоритмов построения минимального покрывающего дерева на заданном графе, однако, при оптимизации и формировании структуры корпоративной сети наиболее часто используется модифицированный алгоритм Прима, учитывающий вес ребер.

Представим корпоративную сеть в виде неориентированного взвешенного связного графа $G = (V, E)$, в котором V – множество узлов графа (маршрутизаторов сети), E – множество ребер (линий или каналов связи корпоративной сети). При нескольких провайдерах связи между отдельными базовыми узлами возможно наличие нескольких каналов связи, что соответствует нескольким ребрам, связывающим соответствующие вершины графа.

Тогда исходное множество ребер E можно представить как объединение непересекающихся подмножеств

$$E = \bigcup_{i=1}^k E_i,$$

где E_i – множество ребер графа, соответствующих каналам связи, принадлежащим провайдеру с номером i , K – число провайдеров.

Каждое ребро, соответствующее каналу связи провайдера i , имеет вес $w_i > 0$, под которым понимается цена или стоимость линии связи корпоративной сети между узлами. Каждая вершина графа v_i также имеет свой вес $s(v_i)$. Вес вершины может определяться, например, числом пользователей, которые подключаются к узлу, которому соответствует данная вер-

шина. Однако в случае подключения к узлу каналов связи нескольких провайдеров, он выполняет функции по коммутации этих каналов, что, как правило, требует дополнительных затрат. Поэтому вес вершины должен учитывать этот фактор, что в нашем случае будет выглядеть следующим образом:

$$s(v_i) = \sum_{j=1}^k s_i(v_j) ,$$

где $s_i(v_j)$ – вес вершины j , связанный с обслуживанием каналов провайдера номер i .

В корпоративной сети введем дополнительные условия, учитывающие вес вершин, под которыми понимается стоимость коммутации каналов связи каждого из провайдеров.

Тогда стоимость графа $W(G(V, E))$ можно определить как суммарный вес входящих в него вершин и ребер:

$$W(G(V, E)) = \sum_{j=1}^n s(v_j) + \sum_{i=1}^m w_i .$$

Задача в общем виде заключается в том, чтобы для заданного исходного графа $G(V, E)$ найти множество $E^* \subseteq E$, такое, что подграф $G_1(V, E^*)$, $G_1(V, E^*) \subseteq G(V, E)$, $E^* \subseteq E$, содержащий все ребра графа $G(V, E)$, будет иметь минимально возможный вес:

$$W(G_1(V, E^*)) = \min_{E^*} G_1(V, E^*) .$$

Здесь множество $E^* = \bigcup_{i=1}^k E_i^*$, где $E_i^* \in E_i$ (возможен случай, когда $E_i^* = \emptyset$).

Построение начинается с дерева, включающего в себя одну (произвольную) вершину. В течение работы алгоритма дерево разрастается, пока не охватит все вершины исходного графа. На каждом шаге алгоритма к текущему дереву присоединяется наименьшее по весу из ребер, соединяющих вершину из построенного дерева, и вершину не из дерева, с учетом весов связываемых вершин.

Библиографический список

1. Горшков С.Г., Никитин Е.В., Саксонов Е.А. Задача формирования структуры базовой сети. Вестник ТОГУ. 2010.

ПРОГРАММА МОДЕЛИРОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ С ОТКАЗАМИ С УЧЕТОМ ПОВТОРНЫХ ВЫЗОВОВ

А.А. Казначевская

Научный руководитель – Шибанов А.П., д.т.н., профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящее время ощущается острая нехватка средств моделирования телекоммуникационных систем реального времени, строящихся с использованием подходов «программируемых сетей» на базе технологии открытых потоков. Готовых коммерчески доступных программных средств, позволяющих выполнить моделирование такого рода сетей, в настоящее время не существует.

Целью данной работы является разработка программы моделирования компьютерной сети при различных видах обслуживания, с учетом времени восстановления системы при отказах, а также потери ценности информации со временем. За основу взяты результаты исследований иерархических сетей с использованием преобразований Лапласа-Стилтьеса.

Разработанная программа позволяет рассмотреть и оценить одноканальные сети различных типов: при инверсионном обслуживании, при обслуживании с отказами, при обслуживании с отказами и учетом повторных вызовов, с ограниченной очередью ожидания, а также сеть с гибридной коммутацией.

Пользователь задает внутренние параметры сети (интенсивность обслуживания и интенсивность старения) и параметры надежности (интенсивность исправной работы и интенсивность восстановления). В результате работы программы строятся графические зависимости вероятности своевременной доставки сообщений, производительности, числа своевременно доставленных сообщений и вероятности, что сообщения не будут обслужены своевременно от нагрузки сети. Для нахождения лучшего управляющего алгоритма предусмотрена возможность совместного анализа нескольких моделей.

Особенностями разработанной программы является учет старения информации и времени восстановления системы. Также программа позволяет проводить достаточно полный и наглядный анализ сети. Эти возможности делают полезной данную программу применительно к технологии *OpenFlow*: сетевые администраторы могут использовать программу при настройке таблиц в коммутаторах в программно-определяемых сетях для более эффективного их применения.

В дальнейшем можно наращивать функциональность программы в следующих направлениях:

- исследовать более сложные сети;
- исследовать другие зависимости;
- применять генетические алгоритмы для исследования сети.

ОПТИМИЗАЦИЯ СЕТЕЙ С ДОЗИРОВАННОЙ БАЛАНСИРОВКОЙ НАГРУЗКИ С УЧЕТОМ СЦЕНАРИЕВ ОТКАЗОВ

А.Н. Сапрыкин

Научный руководитель – Шибанов А.П., д.т.н., профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет

В последнее время приобретает все большую популярность схема маршрутизации с дозированной балансировкой нагрузки и использованием параллельных путей (VLB) [2]. В докладе рассматривается метод, позволяющий использовать резервы полос пропускания наименее загруженных каналов уже оптимизированной VLB-сети в случае отказа одного или нескольких каналов.

Задача заключается в двухфазной балансировке потоков, при которой созданные резервные мощности могут быть без существенных задержек времени использованы для прокладки дополнительных VLB-каналов при наступлении отказа, предусмотренного сценарием. Сценарий отказов может предполагать как отказ наиболее важных (заранее заданных оператором)

ром сети), так и случайных каналов. На первом этапе производится первичная оптимизация сети, которая обеспечивает необходимый резерв полосы пропускания при соблюдении требований к задержкам передачи потоков [1]. На втором этапе перераспределяются потоки между рабочими каналами.

После первой фазы балансировки, полученные результаты представляются в виде диаграммы загрузки каналов до и после оптимизации (рис. 1).

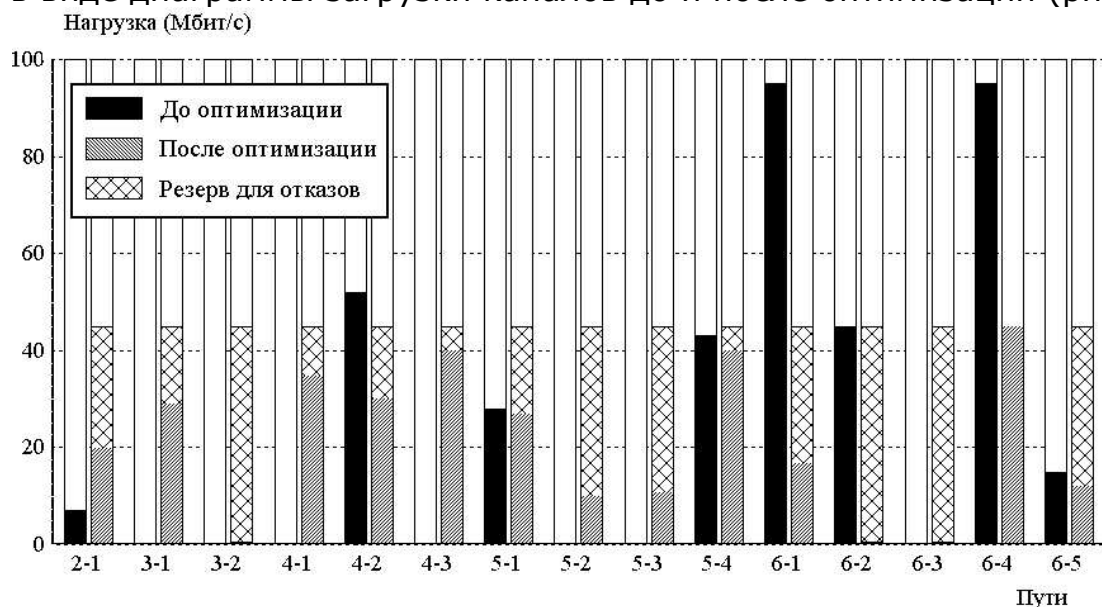


Рисунок 1. Нагрузка каналов сети до и после оптимизации

Полученный резерв полосы пропускания можно разделить на 2 типа: резерв «для отказов» и «свободный» резерв полосы пропускания. Резерв «для отказов» для каждого канала определяется как разность между значениями нагрузки наиболее загруженного канала после оптимизации и рассматриваемого канала.

При отказе одного или нескольких из каналов, узел источник должен распределить нагрузку равномерно между оставшимися доступными наименее загруженными каналами, имеющими значения резерва «для отказов» отличного от нуля таким образом, чтобы полученный «свободный» резерв полосы пропускания остался неизменным или претерпел незначительные изменения. Для этого предлагается использовать матрицы доступных путей для каждой группы потоков, объединенных по значению узла-источника.

Таким образом, VLB-сеть сможет поддерживать заданную матрицу трафика даже при случайных отказах некоторых каналов, т.к. при обнаружении неисправности потоки будут перенаправлены по заранее известным путям.

Рассматриваемый метод оптимизации структуры сети при заданном сценарии отказов реализуется с использованием генетических алгоритмов.

Статья подготовлена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант 11-07-00121-а.

Библиографический список

1. Ижванов Ю.Л., Корячко В.П., Шибанов А.П., Сапрыкин А.Н., Лукьянов О.В. Оптимизация сети с дозированной балансировкой нагрузки // Системы управления и информационные технологии № 3(49). 2012.

2. Valiant. L.G. A scheme for fast parallel communication. SIAM Journal on Computing, 11(2):350-361, 1982.

ПОВЫШЕНИЕ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ КОРПОРАТИВНЫХ СЕТЕЙ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ ДОБАВЛЕНИИ УЗЛОВ И ЛИНИЙ СВЯЗИ В ИХ СТРУКТУРЫ

Д.А. Перепелкин

Научный руководитель – Корячко В.П., д.т.н., профессор
Рязанский государственный радиотехнический университет

Характерной тенденцией развития современных корпоративных сетей является усложнение функций взаимодействия между удаленными компонентами. Совершенствование сетевых технологий требует обеспечения качественного обслуживания передаваемого трафика. Загрузка и пропускная способность линий связи корпоративной сети динамически меняются, что в свою очередь, может приводить к частой рассылке служебной информации об изменении маршрутов. Изменение характеристик каналов связи, модификация структуры сети, включение в нее новых узлов и линий связи приводят к полному пересчету таблиц маршрутизации. Одним из решений повышения быстродействия корпоративных сетей является точное определение оптимальных маршрутов передачи данных и быстрое переключение более загруженных каналов связи на другие – свободные каналы, при динамическом добавлении узлов и линий связи в их структуры.

В современных алгоритмах адаптивной маршрутизации, применяемых в корпоративных сетях, при изменении структуры сети и пропускной способности линий связи происходит полный перерасчет таблиц маршрутизации. С увеличением размера сети трудоемкость этой операции растет полиномиально, что не может не сказаться на производительности всей сети в целом.

Для повышения быстродействия корпоративных сетей предложен алгоритм парных перестановок маршрутов, который позволяет уменьшить трудоемкость построения таблиц до величины $O(N)$ при динамическом добавлении узлов и линий связи в их структуры.

Представим корпоративную сеть в виде неориентированного взвешенного связного графа $G = (V, E, W)$, где V – множество вершин (маршрутизаторов), $|V| = N$, E – множество ребер (каналов или линий связи), $|E| = M$, W – множество весов ребер. Пусть на графе G в некоторый момент времени уже решена задача поиска кратчайших путей до всех вершин множества $V_s = V \setminus v_s$ из начальной вершины v_s , т. е. построено дерево кратчайших путей с корнем в вершине v_s . Обозначим это дерево как T_g . Рассмотрим множество ребер E графа G . По признаку вхождения ребер в дерево T_g можно разделить исходное множество E на два подмножества: $E_t \in T_g$ и $E_r \notin T_g$, $E_t \cup E_r = E$.

При соответствующих условиях некоторое ребро $e_{i,j} \in E_r$, инцидентное вершинам v_i и v_j , может перейти во множество ребер дерева E_t , заменив собой некоторое ребро $e_{k,p} \in E_t$. При этом инцидентность ребра $e_{k,p}$ вершине v_i или v_j является обязательным условием. В свою очередь, ребро $e_{i,j}$ перейдет во множество E_r . Будем называть такие переходы парными переходами и обозначать $e_{i,j} - e_{k,p}$.

Обозначим множество путей до вершины v_i из исходной вершины v_s через Π_i , где элемент множества $\pi_{i,k} \in \Pi_i$ будет множеством не повторяющихся ребер $e_{i,j} \in E$, образующих вместе путь, соединяющий v_s и v_i . Всем $\pi_{i,k} \in \Pi_i$ поставим в соответствие некоторое число, равное сумме весов входящих в него ребер, т. е. длину пути $d_{i,k} \in D_i$, где D_i представляет собой множество оценок кратчайших путей до вершины v_i из исходной вершины v_s . Кратчайший путь до вершины v_i будем обозначать π_i , а его оценку длины – d_i .

Использование сформулированных выше положений позволило разработать алгоритм парных перестановок маршрутов при динамическом добавлении узлов и линий связи в структуру корпоративной сети на основе информации о возможных парных перестановках маршрутов.

Работа алгоритма парных перестановок маршрутов основывается на том, что для каждой вершины строится множество путей проходящих через ребра, находящиеся в отношении парного перехода к ребрам, входящим в дерево кратчайших путей. При динамическом добавлении узлов и линий связи в структуру корпоративной сети необходимо просмотреть списки оптимальных маршрутов и их маршрутов замены до каждой вершины и выбрать маршрут с минимальной длиной. При этом изменению подвергнутся только те маршруты, которые учитывают возможное влияние новых элементов.

Для подтверждения правильности предложенного алгоритма парных перестановок маршрутов при динамическом добавлении узлов и линий связи корпоративной сети разработано программное обеспечение моделирования процессов маршрутизации. При разработке основное внимание уделялось корректности предлагаемого алгоритма и размерности решаемой задачи.

Для каждого испытания на множестве обработанных изменений выбирались минимальное, максимальное и среднее значения размерности задачи, выраженные через количество вершин, для которых необходим поиск кратчайшего пути. Для каждого эксперимента были найдены значения оценок математического ожидания и среднего квадратичного отклонения числа изменений. Для алгоритма парных перестановок маршрутов определялось число фактически выполненных парных переходов при динамическом добавлении узлов и линий связи корпоративной сети.

Были проведены исследования графовых моделей корпоративных сетей, состоящих из 10, 100 и 200 вершин. Исследование разработанного алгоритма парных перестановок маршрутов показало, что максимальное значение числа изменений существенно ниже размерности для каждой из рассмотренных моделей сети, а значение оценки математического ожидания не превышает единицы. Более того, обнаружена тенденция уменьшения значения оценки математического ожидания числа изменений дерева оптимальных маршрутов с увеличением количества узлов связи в сети.

Таким образом, алгоритм парных перестановок маршрутов позволяет повысить быстродействие корпоративных сетей за счет уменьшения трудоемкости построения таблиц маршрутизации до величины порядка $O(N)$ при динамическом добавлении узлов и линий связи в их структуры.

Секция 8
Обработка изображений в системах управления

**СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ
МОДЕЛЮ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА**

Д.К. Казанин

Научный руководитель – Фомин Д.М., к.т.н., доцент

**«Нижегородский государственный технический университет им.
Р.Е. Алексеева»**

Арзамасский политехнический институт (филиал)

В настоящее время одним из перспективных направлений развития современной техники является создание информационных средств, входящих в состав автоматизированных систем контроля, разведки и управления. Указанные системы также включают в себя системы сбора, обработки и анализа данных.

Одним из основных вопросов при разработке бортовых систем управления (БСУ) подвижными объектами с малым временем непрерывной работы является обеспечение системы управления точной и достоверной навигационной информацией о местоположении и параметрах движения летательного аппарата (ЛА). Указанная задача решается применением в составе БСУ информационно-измерительных систем (ИИС) и навигационных комплексов. Наиболее перспективные ИИС строятся на базе бесплатформенных инерциальных навигационных систем (БИНС), обеспечивающих решение задач навигации объектов, движущихся по поверхности Земли и в околоземном пространстве в широких диапазонах линейных и угловых скоростей.

В БИНС источники первичной информации (датчики угловых скоростей (ДУС), акселерометры) непосредственно связаны с корпусом объекта, навигационные параметры которого необходимо определять. Показания этих источников передаются в навигационный вычислитель, который выдает данные о местоположении, скорости и угловой ориентации объекта.

Такие достоинства БИНС, как автономность, помехоустойчивость, непрерывность информации (высокая скорость получения навигационных данных) и малое время готовности позволяют существенно повысить технические характеристики навигационных систем ЛА.

Функционально БИНС представляет собой блок чувствительных элементов (БЧЭ), состоящий из трех акселерометров и трех ДУСов, и навигационного вычислителя.

Цель данной работы заключается в следующем: разработать математический аппарат и программное обеспечение, которое позволяло бы формировать команды органам управления ЛА на основе данных, поступающих от блока датчиков первичной информации (ДПИ).

В системе присутствуют приёмник XВee и микроконтроллер (МК). Задачей первого является организация информационного взаимодействия с блоком датчиков первичной информации (IMU). Задача МК заключается в организации интерфейса, позволяющего производить удаленное программное управление ЛА при помощи стандартного пульта управления и

приемника радиосигнала. Беспроводная камера предоставляет информацию, необходимую для удержания ЛА в заданной точке.

Требовалось разработать программное обеспечение, которое позволяло бы формировать команды органам управления ЛА на основе данных, поступающих от блока датчиков первичной информации.

Т.е. необходимо составить две программы:

- первая программа должна обладать графическим интерфейсом пользователя; в её задачи входит обработка данных, поступающих с БЧЭ, и формирование команд органам управления ЛА; эта программа должна функционировать на ПК;
- вторая программа выполняется в МК; её основной задачей является формирование режимов работы органов управления ЛА.

Для точного определения пространственной ориентации ЛА, была произведена калибровка ДПИ.

Программа для ПК реализует приём данных с БЧЭ по интерфейсу ZigBee. Эти данные представляют собой показания ДУСов и акселерометров. Зная их, можно определить ориентацию ЛА в пространстве, т.е. найти углы курса, крена, тангажа.

Одной из задач МК является прием информации от ПК по интерфейсу RS-232C. Эта задача была решена с использованием механизма прерываний.

Второй задачей МК является формирование диаграммы информационного обмена с приемником. Для решения этой задачи использовался один из таймеров МК.

Для данного проекта была разработана возможность приёма данных по радиоканалу от беспроводной аналоговой видеокамеры, прикрепленной к основанию летательного аппарата. При подъёме этого аппарата камера осуществляет захват видео с некоторым рисунком, расположенным в основании подъёма, и передает его на определенной частоте.

В данном случае имеется возможность по видеоданным определять центр масс некоторого объекта и, тем самым, при помощи специального маркера отслеживать его перемещение.

Программное обеспечение было разработано по технологии DirectShow.

В скором времени предполагается установка ультразвукового сонара для определения высоты полёта летательного аппарата. Также рассматривается возможность оценки этого параметра по получаемым видеоданным.

Решение задачи стабилизации ЛА состоит из множества пунктов. Один из самых важных заключается в разработке системы управления. Сложность здесь состоит в выделении полезных сигналов с ДПИ и в оценке их погрешностей. Для этой цели потребуется применение фильтра Калмана. Сигналы, прошедшие фильтрацию, будут использованы в алгоритме управления совместно с информацией, принимаемой с видеосенсора. Этот алгоритм формирует управляющие сигналы на рулевые машины.

В этом проекте был смоделирован фильтр Калмана для стохастической линейной системы, в рамках которой в качестве модели ошибок для случайных процессов принята гауссовская модель.

По итогам моделирования следует отметить, что разработанный фильтр Калмана может быть успешно использован в качестве алгоритма обработки поступающих данных с сенсоров в реальном времени.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ВЫДЕЛЕНИЯ ДВИЖУЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПТИЧЕСКОГО ПОТОКА

О.Е.Балашов, И.А. Афонин

Рязанский государственный радиотехнический университет

Одним из важных элементов современных систем видеонаблюдения является видеодетектор движения, он представляет собой аппаратно-программное средство, входящее в состав системы охранного наблюдения и обеспечивающее автоматическое обнаружение движущихся объектов относительно фона в поточном видео. Так, при появлении человека или иного движущегося объекта в поле зрения неподвижной камеры видеодетектор подает сигнал (метаданные) на пульт охраны или на устройство видеозаписи.

В качестве областей применения видеодетекторов движения следует отметить: охрана промышленных объектов (обнаружение оставленных предметов, остановка человека в тревожной зоне, тревога на бегущих людей, попытка проникновения на охраняемый объект); охрана мест массового скопления людей (аэропорт, вокзалы); системы технического зрения (выделение машин).

В данной работе предлагается алгоритм обнаружения движущихся объектов в последовательности изображений при помощи обработки оптического потока. Оптический поток — это изображение видимого движения объектов, поверхностей или краев сцены, получаемое в результате перемещения объекта или наблюдателя (глаз или камеры) относительно сцены.



Вычисляют движение между двумя кадрами, взятыми в момент времени t и $t+1$, в каждом пикселе. Данные методы называются дифференциальными, так как они основаны на приближении сигнала отрезком ряда Тейлора.

Основное уравнение оптического потока содержит две неизвестных и не может быть однозначно разрешено. В связи с этим задачу решают наложением дополнительных ограничений. В связи с использованием приближения

отрезком ряда Тейлора данный алгоритм имеет ограничение на движение между кадрами, оно должно быть близким к 1px , иначе векторное поле будет найдено некорректно.

Алгоритм Лукаса—Канаде обходит неоднозначность за счет использования информации о соседних пикселях в каждой точке. Метод основан на предположении, что в локальной окрестности каждого пикселя значение оптического потока одинаково, таким образом можно записать основное уравнение оптического потока для всех пикселей окрестности и решить полученную систему уравнений методом наименьших квадратов.

Оптический поток, найденный таким методом, будет иметь довольно большую погрешность и для её уменьшения применяют повторное вычисление. Также с целью обойти ограничение на передвижение в кадре в 1px применяют пирамидальный алгоритм вычисления оптического потока.

Исследования выполнены при поддержке государственного контракта № П1002 от 27 мая 2010 г., заключенного с Министерством образования и науки.

МЕТОДЫ СОВМЕЩЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМОВ SIFT И SURF

В.В. Гусев

Научный руководитель – Бабаян П.В., к.т.н., доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет

Совмещение изображений – это процесс приведения в единую систему координат двух или более изображений одной сцены, полученных в разное время, с различных углов обзора или с помощью разных сенсоров (чувствительных элементов) [1].

Совмещение изображений применяется для прогнозирования погоды, построения панорамных изображений, медицины, распознавания объектов, автоматического слежения за объектами.

В общем случае процесс совмещения изображений включает в себя следующие шаги [2]:

1. выделение особенностей изображений;
2. поиск взаимного соответствия между особенностями изображений;
3. поиск функции преобразования изображения;
4. преобразование одного из изображений к системе координат другого.

Особенности изображений должны быть равномерно распределены по всему изображению, быть неподвижными и встречаться на обоих изображениях.

Для сокращения времени преобразования изображений применяются различные численные методы оптимизации, такие как метод Гаусса-Ньютона и метод Левенберга-Марквардта.

Одними из методов выделения особенностей изображений являются методы SIFT и SURF [3], отличительной чертой которых является высокая скорость вычисления, робастность к масштабированию, вращению и наложенному шуму.

Выполнено сравнение точности этих алгоритмов на примере исследования их поведения при вращении камеры и наложении равномерного шума на изображение.

Процесс совмещения изображений реализован с помощью прикладных библиотек OpenCV.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ для ведущих научных школ (НШ-242.2012.10).

Библиографический список

1.Barbara Zitova, Jan Flusser, "Image registration methods: a survey", Academy of Sciences of the Czech Republic, Prague, 2003;

2.Donovan Parks, Jean-Philippe Gravel, "Trajkovic Operator (4-Neighbours)", <http://kiwi.cs.dal.ca/~dparks/CornerDetection/references.htm>, McGill University, Montreal, 2004;

Lisa Gottesfeld Brown, "A Survey of Image Registration Techniques", Columbia University, New York, 1992.

ПРОГРАММНАЯ И АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОДБОРА РАЗМЕРОВ РАМКИ ДЛЯ СИСТЕМЫ СОПРОВОЖДЕНИЯ ОБЪЕКТОВ НА ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЯХ

К.А. Григорьев, В.В. Стротов

Рязанский государственный радиотехнический университет

В современной технике достаточно широко используется обработка изображений: различные методы фильтрации, улучшения, адаптации и т.п. Она применяется, например, в системах автоматического сопровождения различных объектов. В таких системах в качестве основных входных данных используются телевизионные (полученные с помощью телекамеры) и тепловизионные (полученные с помощью тепловизора) изображения.

Для решения задачи автоматического сопровождения часто применяются корреляционно-разностный алгоритм [1]. Суть данного алгоритма состоит в оценке положения изображения объекта, называемого эталоном, на части всего изображения, называемой зоной анализа. Поиск осуществляется путем построчного перемещения эталона по зоне анализа. При этом в каждой позиции вычисляется сумма абсолютных разностей значений яркости соответствующих пикселей. Позиция, в которой эта сумма минимальна, называется позицией наилучшего совмещения (ПНС) и соответствует положению искомого объекта на изображении.

Автосопровождению объекта должно предшествовать формирование эталонного изображения, осуществляемое путем наведения оператором маркера на экране монитора на выбранный объект. Для наиболее точного определения ПНС необходимо, чтобы эталон содержал как можно меньше точек фона. Для этого он должен быть ограничен прицельной рамкой, размеры которой соответствуют размерам объекта.

Таким образом, актуальной является задача автоматического подбора размеров прицельной рамки при наведении оператором маркера на выбранный объект сопровождения.

Пусть маркер, наведенный на объект, находится в центре зоны анализа, размеры которой значительно меньше размеров всего изображения. Работа алгоритма автоматического подбора размеров рамки будет осуществляться в пределах этой зоны анализа. Разработанный алгоритм основан на применении многоуровневой пороговой обработки. Весь диапазон яркостей точек

делится на несколько равных частей. Их число может быть равно 2-м, 4-м, 8-ми или 16-ти. Для примера ограничимся 4-мя частями. (на рис. 1 обозначены ΔI_1 - ΔI_4). Идея заключается в том, что все или большинство точек объекта попадут в одну часть, в то время как точки фона в эту часть не попадут.

В общем случае разброс яркостей в зоне анализа неполный – яркости всех точек принадлежат некоторому интервалу яркостей (I_n - I_k), причем, чем он уже, тем менее контрастно изображение. А так как весь диапазон яркостей делится всего на 4 части, то ширина каждой из них достаточно велика, и возможна ситуация, когда все точки зоны анализа попадут в одну из этих частей. Для того, чтобы избежать этой ситуации, производится предварительное контрастирование (адаптация) изображения с целью расширение его динамического диапазона.

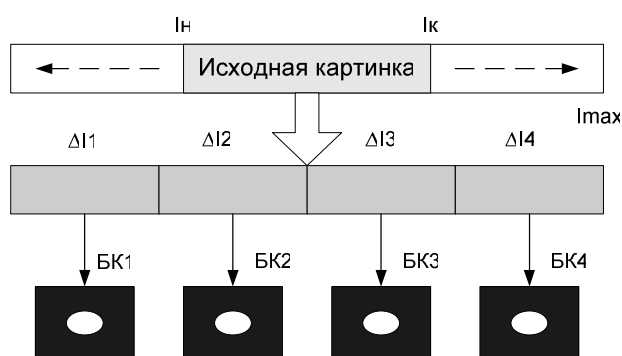


Рис.1. Адаптация и получение слоев

После разбиения диапазона все точки зоны анализа делятся на 4 группы (по 4-м частям диапазона). Множества точек, входящих в каждую группу создают слои – бинарные изображения, значение каждого элемента которых равно 1, если оно (значение) принадлежит рассматриваемой части диапазона и нулю в обратном случае. Таким образом, каждой из четырех частей диапазона соответствует бинарное изображение БК1-БК4 (рис. 1). При соблюдении условий, указанных выше, одно из этих изображений будет содержать некоторое количество сегментов, размеры и положение одного из которых соответствует объекту сопровождения или характерной его части. Далее выбирается один сегмент, на основании параметров которого будут определяться размеры и положение рамки.

Исследования показывают, что разработанный алгоритм позволяет достаточно точно решить задачу подобрать размеры прицельной рамки по наиболее характерному участку предполагаемого объекта сопровождения, практически не затрачивая при этом времени и не требуя сторонних органов управления. Дополнительным преимуществом алгоритма является то, что он позволяет захватить объект при неточном наведении, ведь для его корректной работы достаточно поместить изображение сопровождаемого объекта приблизительно в центр зоны анализа.

Основным недостатком алгоритма являются жесткие условия, накладываемые на характеристики объекта захвата. На сложных объектах алгоритм зачастую выделяет только часть объекта.

Для дальнейшего развития описанного алгоритма необходимо предусмотреть возможность его автономной работы, то есть свести к минимуму вмешательство человека (оператора), которое, например, может выражаться в подборе наилучших значений параметров и их передачи в алгоритм в реальном масштабе времени.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ (договор № 16.120.11.300–МК).

Библиографический список

1. Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Балашов О.Е., Степашкин А.И. Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление. – М.: Радиотехника, 2008. – 176 с.

НЕЧЕТКОЕ АДАПТИВНОЕ СУПЕРВИЗОРНОЕ СЛЕДЯЩЕЕ УПРАВЛЕНИЕ НЕЛИНЕЙНЫМИ ДИНАМИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ ПЕРВОГО ПОРЯДКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКИХ МОДЕЛЕЙ ТАКАГИ – СУГЕНО

А.С. Лимонова

Научный руководитель – Бобиков А.И., к.т.н., профессор
Рязанский государственный радиотехнический университет

Нечеткое супервизорное управление показывает достаточно хорошие свойства. Однако две функции, а именно нечеткая обратная связь и супервизорное управление, проектируются на основе конкретного объекта управления. Другими словами, они могут выполнять свою работу для известного объекта управления.

В работе [1] рассмотрена задача проектирования нечеткого супервизорного управления с обратной связью для нелинейных объектов первого порядка. Однако использование такого способа приемлемо лишь в случае, когда параметры объекта известны точно и фиксированы в течение всего времени работы системы. В противном случае наблюдается ошибка после окончания переходного процесса или даже неустойчивость системы управления. В реальных условиях работы объекта его параметры не остаются неизменными и непредсказуемо варьируются под влиянием внешних воздействий и параметрических возмущений. Для устранения проблем, связанных с подобным поведением объекта, в теории нечеткого управления используют адаптивное управление, связанное с применением адаптивных нечетких регуляторов. В зависимости от структуры различают два класса адаптивных нечетких регуляторов.

Адаптивное управление стремится управлять объектом с заранее неизвестными постоянными или медленно меняющимися параметрами. Основная идея: оценить онлайн неопределенности объекта или параметры регулятора онлайн, опираясь на измеримые сигналы системы, и использовать полученные оценки параметров для вычисления управления.

Однако большинство из рассмотренных подходов представляют собой оффлайн алгоритмы и не применимы в ситуациях, когда требуется обработка информации в реальном времени, в таких ситуациях, которые характерны для адаптивного управления и обработки сигналов.

В докладе представлен новый метод нечеткого непрямого адаптивного управления нелинейными динамическими объектами первого порядка. На основе нечетких моделей Такаги - Сугено были сконструированы закон управления, включающий комбинацию нечеткой обратной связи и супервизорного управления, а также адаптивный закон обновления параметров идентификационной модели объекта управления и управляющего устройства. Чтобы избежать вышеописанных недостатков, для настройки параметров нечеткого супервизорного регулятора предложен новый метод онлайн проектирования и анализа алгоритма оценки параметров для модели объекта, структура которого представлена Т-С нечеткой моделью.

Теорема Ляпунова и лемма Барбалата применяются для законов обновления параметров управляющего устройства, которые обеспечивают ограниченность всех переменных системы и асимптотическое отслеживание выходов системы постоянного задающего воздействия. При использовании этих законов гарантируется устойчивость замкнутой системы управления.

Представленный в докладе метод был применен для управления уравнительным баком с целью отслеживания постоянного задающего воздействия, для того, чтобы убедиться в его работоспособности для следящего управления. Результаты компьютерной симуляции показали, что предлагаемая система может успешно осуществлять управление при неизвестных параметрах объекта управления. Разработанная система робастна к изменению параметров объекта управления. При этом система сохраняет приемлемое качество переходного процесса в рамках достаточно больших отклонений параметров от номинальных. Точность отработки системой с адаптацией постоянного задающего воздействия не изменилась, другими словами, система "не чувствует" изменения параметров объекта управления и также безошибочно отрабатывает установленный уровень задающего воздействия. В отличие от системы без адаптации, для которой величина относительной установившейся ошибки составляет 7,4 % при отклонении параметров от номинальных значений на ± 20 % и задающем воздействии $v = 5$.

Библиографический список

1. Бобиков А.И., Лимонова А.С. Нечеткое управление с прямой и обратной связями нелинейными объектами первого порядка // Информационные технологии: межвуз. сб. науч. тр. Рязань. 2011.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПОИСКА ОБЪЕКТА ПО ЯРКОСТНО-ГРАДИЕНТНЫМ ПРИЗНАКАМ

Балашов О.Е., Березин М.В.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В современном мире всё в большей и большей степени используются системы по обработке и анализу изображений, как в гражданской, так и в военной сфере. Одним из ведущих направлений в этой области является слежение за объектами. Обнаружение и сопровождение объектов давно стало неотъемлемой частью электронных систем боевых самолётов и вертолётот.

В настоящее время одними из основных алгоритмов слежения являются сегментационный и корреляционный. Первый основан на выделении сегментов в кадре и слежении за ними, второй, на поиске наиболее совпадающих зон в кадре с эталонным изображением объекта. Как показала практика эти два алгоритма имеют каждый собственные условия применения при которых показывают лучшие результаты, там где работает один может не работать другой и иногда возможна работа обоими алгоритмами. Выбор алгоритма в автоматическом режиме отдельная задача, над которой по сей день ведётся работа.

В работе рассматривается алгоритм сегментации с использованием Байесовской процедуры классификации. Пусть имеется яркостное изображение $L(x, y)$. На этом изображении определяются две области - область рамки и область окна. На рис.1. показан пример выделения объекта на изображении. Разделение анализируемого изображения основано на том предположении, что в окне находится искомый объект и фон, а в рамке только фон. Зная статистические характеристики фона и объекта, можно провести классификацию точек яркостного изображения.

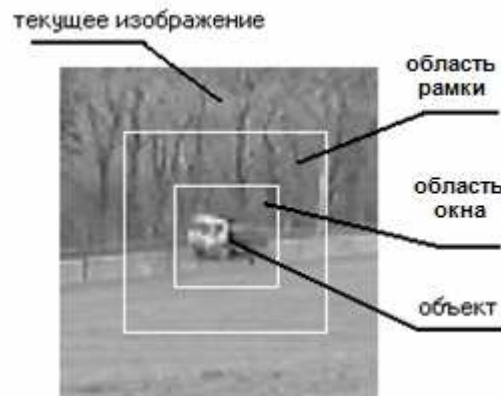


Рисунок 1.

Классификация проводится по совместным яркостно-градиентным гистограммам, построенным в рамке и в окне. Если выполняется условие

$$P(x/W) > \alpha \cdot A \cdot P(x/R)$$

где $P(x/W)$ - нормированная гистограмма в окне, $P(x/R)$ - нормированная гистограмма в рамке, α - априорная вероятность принадлежности рассматриваемой точки к фону, A - матрица штрафов, то рассматриваемая точка относится к объекту. Если условие не выполняется, точка относится к фону. Результатом классификации является бинарное изображение $B(x, y)$. Классификация проводится по всем точкам рамки. Дальнейшее сопровождение объекта по новым координатам, рассчитанным по результату сегментации.

На точность измерения координат объекта влияет размер рамки, используемые признаки, разрядность гистограммы, возможность кратковременного пропадания информации об объекте. Также на точность работы системы видеосопровождения оказывают влияние вычислительные мощности системы. Дело в том, что существует физический предел вычислительной системы на площадь захватываемого объекта, и объекты большей площади должны масштабироваться к меньшей (максимально возможной для системы). Это, в свою очередь, приводит к потере информации об объекте. Вто-

рое основное условие успешной классификации – в окно должно попадать как можно меньше точек фона, иначе объект будет искажён и неправильно сегментирован, то есть идеально было бы, если окно содержало только точки объекта, а рамка только точки фона.

Для исследования системы видеосопровождения создана программная модель и произведено моделирование.

Исследования выполнены при поддержке государственного контракта №П1002 от 27 мая 2010 г., заключенного с Министерством образования и науки.

АЛГОРИТМ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРИЕНТАЦИИ ОБЪЕКТА ПО ЕГО ИЗОБРАЖЕНИЮ

Е.А. Масленников

Научный руководитель – Бабаян П.В., к.т.н., доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет

Алгоритм оценивания пространственной ориентации объекта находит широкое применение при разработке систем наземных роботов и летательных аппаратов.

Рассматриваемый алгоритм основан на методах структурного анализа [1]. Для оценивания ориентации происходит сопоставление извлеченных из изображения особых точек и вычисленных по ним дескрипторов SURF [2] с особыми точками и дескрипторами, вычисленными на эталонных изображениях объекта. Для уменьшения количества сопоставлений производится фильтрация списка эталонных ориентаций по двумерным характеристикам изображений объекта (длины малой и большой оси эллипса, описанного вокруг объекта).

Для получения набора эталонных изображений, достаточно полно охватывающих все возможные ориентации объекта, необходимо произвести дискретизацию сферы. Для оптимального распределения точек на сфере был выбран принцип геосферы [3]. При вычислении геосферы фактора 6 получаем 362 ориентации объекта со средним расстоянием между точками, равным 6° . При данном факторе геосферы обеспечивается приемлемое качество работы алгоритма. Для представления ориентации были выбраны углы Эйлера [4] с конвенцией вращения ZYX.

Разработанный алгоритм можно разделить на подготовительную и исполнительную части. Выполнение подготовительной части алгоритма требует сложных, длительных по времени расчетов, которые можно производить на ЭВМ. Выполнение исполнительной части требует менее сложных и длительных расчетов, что позволяет реализовать данную часть на ПЛИС или микропроцессорной технике для работы в реальном времени.

Для выполнения подготовительной части алгоритма требуется 3D-модель исследуемого объекта. Генерируются изображения объекта, соответствующие точкам геосферы. Так как дескрипторы SURF инвариантны к повороту, генерирование только ориентаций дискретной сферы (геосферы) является достаточным – недостающие ориентации получаются путем поворота изображения. Для каждого изображения объекта находятся особые точки, вычисляются дескрипторы SURF и сохраняются в базу данных. Также в базу

сохраняются двумерные характеристики изображения объекта для каждой ориентации.

В исполнительной части алгоритма вычисляются двумерные характеристики изображения, благодаря которым можно сократить количество эталонных ориентаций на 50-75% в зависимости от вида объекта. Также на изображении находятся особые точки и вычисляются дескрипторы SURF. Далее производится сопоставление дескрипторов, которое позволяет найти максимально близкий набор дескрипторов, соответствующий эталонной ориентации. Полученное эталонное значение ориентации описывает ориентацию объекта без учета вращения вокруг глобальной оси Z. Для определения недостающего угла поворота вокруг оси Z, производится оценивание аффинного преобразования изображений[5] при помощи алгоритма RANSAC[6]. Вычисленный угол поворота вокруг оси Z позволяет получить результирующую оцененную ориентацию объекта в пространстве.

При экспериментальном исследовании алгоритма были получены результаты, подтверждающие работоспособность алгоритма. На исследуемые изображения объекта был наложен равномерный шум различной интенсивности. Для эксперимента было сгенерировано 100 изображений объекта при случайных ориентациях. Оценка ориентации производилась при различном количестве извлекаемых особых точек SURF (Nr в таблице). Увеличение количества SURF-точек повышает точность алгоритма, но понижает производительность. Ошибки менее 15° считаются допустимыми, остальные – критическими. Количество допустимых и критичных ошибок считалось при каждом эксперименте и выражено в таблице в процентном соотношении в столбцах nd, nc. Были подсчитаны минимальные, максимальные и средние значения ошибок.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ для молодых ученых (МК-20.2011.10).

Таблица 1. Результаты экспериментального исследования

Сигнал/ шум	Nr	Допустимые ошибки				Критические ошибки			
		nd	мин.	макс.	сред.	nc	мин.	макс.	сред.
100	200	100%	0.45°	13.74°	4.39°	0%	-	-	-
100	25	90%	0.76°	13.85°	5.54°	10%	16.00°	165.3°	39.89°
5	200	93%	0.46°	14.75°	5.44°	7%	16.50°	60.83°	27.18°
5	25	83%	0.51°	14.72°	7.12°	17%	16.11°	132.0°	57.18°

Библиографический список

1. Визильтер Ю.В., Желтов С.Ю., Бондаренко А.В., Ососков М.В., Моржин А.В. Обработка и анализ изображений в задачах машинного зрения: Курс лекций и практических занятий. – М.: Физматкнига, 2010 – 672 с.
2. Herbert Bay, Andreas Ess, Tinne Tuytelaars, Luc Van Gool, "SURF: Speeded Up Robust Features", Computer Vision and Image Understanding (CVIU), Vol. 110, No. 3, pp. 346--359, 2008.
3. E. B. Saff, A. B. J. Kuijlaars, "Distributing many points on a sphere", The Mathematical Intelligencer, Vol. 19, No. 1, pp. 5-11, 1997.
4. Esmat Bekir, Introduction to Modern Navigation Systems, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. 255 p., 2007.

5. R. Hartley and A. Zisserman, "Multiple View Geometry in Computer Vision", Cambridge University Press, 2003

Martin A. Fischler and Robert C. Bolles. "Random Sample Consensus: A Paradigm for Model Fitting with Applications to Image Analysis and Automated Cartography". Comm. Of the ACM 24: pp. 381--395, 1981.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ИЗМЕРЕНИЯ КООРДИНАТ РАДИОУПРАВЛЯЕМОГО ВЕРТОЛЕТА

О.Е.Балашов, С.И. Назёмкин

Рязанский государственный радиотехнический университет

Развитию робототехнических систем в настоящее время уделяется большое внимание. Сферы применения роботов чрезвычайно широки. Они опускаются на глубины океана, используются в лабораториях научных институтов и университетов, заменяют труд человека на промышленных предприятиях, используются в качестве военной техники по разминированию взрывоопасных объектов и просто украшают досуг человека. В современных роботах для измерения текущего положения и ориентации подвижных частей часто используется видеоинформация, поступающая с видеодатчика, так называемой системы технического зрения. Одним из направлений при создании систем обработки и анализа видеоинформации является разработка систем обнаружения и видео наблюдения за объектами (автомобили, самолёты, суда, люди и т.п.). В качестве фонового изображения могут выступать изображения леса, домов, дорог, облаков и т.п. При этом информация о характеристиках объектов, которые требуется обнаруживать и сопровождать, обычно очень скудна и, в лучшем случае, включает в себя лишь приблизительные размеры объектов.

В данной работе разрабатывается алгоритм измерения координат модели радиоуправляемого вертолета GYRO-4x4. В работе используются алгоритмы выделения движущихся объектов для обнаружения и выделения радиоуправляемого вертолета. Подобные задачи решают видеодетекторы. Выделение вертолета производится на неподвижном фоновом изображении, реализация алгоритма произведена с помощью среды моделирования системы Matlab. Описываемая система измеряет координаты объекта в пространстве, а также угол рысканья вертолета в горизонтальной плоскости.

В работе проведены исследования точности измерения координат объекта в зависимости от уровня освещения, помех.

Исследования выполнены при поддержке государственного контракта № П1002 от 27 мая 2010 г., заключенного с Министерством образования и науки.

АЛГОРИТМ СЕГМЕНТАЦИИ МНОГОЗОНАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДА КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА

С.А. Ларин

Научный руководитель – Корячко В.П., д.т.н., профессор
Филиал ФГУП «ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс» - «ОКБ «Спектр»
ФГБОУВПО «РГРТУ»

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) имеет прикладное значение для многих отраслей хозяйственной деятельности. Аппаратура, установленная на спутниках ДЗЗ, позволяет получать из космоса высококачественные цветные изображения земной поверхности. Цифровая обработка таких изображений относится к числу наиболее трудоемких научных задач. Сегментация подразумевает объединение сходных по некоторым признакам элементов изображения в общие участки.

Для осуществления сегментации изображений на основе метода кластерного анализа необходимо сформировать вектор признаков. Для получения достаточно объективной информации об изображении нужно рассматривать для каждой спектральной зоны следующие характеристики: яркость элемента, значения моды, дисперсии, модуля и фазы оператора Собеля.

Фильтр моды. Перед сегментацией изображение подвергается локальной фильтрации. Для этого разработан специальный нелинейный оператор "фильтр моды" [1, 2]. Для каждой точки изображения выделяется прямоугольная окрестность (например, размером 7×7 элементов). Классифицируемый элемент расположен в центре окна и обозначен символом S_i .

После определения моды для среднего элемента окно перемещают на один элемент вправо и вновь определяют значение моды. Повторив эти операции для каждого элемента четвертой строки, вплоть до $(N-1)$ -го элемента, переходят на следующую строку. Здесь N – число элементов в строке. Последовательно продвигаясь вдоль строки и от строки к строке (сверху вниз) осуществляется формирование матрицы элементов моды. В первые и последние три строки, а также в первые и последние три столбца этой матрицы записываются нули, так как для них значение оператора моды не определено.

Значение моды классифицируемого элемента отражает наиболее вероятное значение яркости для рассматриваемого окна. Фильтрация позволяет сгладить незначительные изменения яркости и способствует образованию достаточно больших однородных областей в сегментированном изображении.

Модуль и фаза оператора Собеля. Оператор Собеля является детектором края, обнаруживающим перепады яркости. Для его реализации осуществляется сканирование по изображению окном размером 3×3 элемента [2]. Оператор Собеля определяется двумя масками S_x и S_y , каждая из которых находится, как сумма яркостей элементов окна с весами, показанными на рисунке 1.

$$\begin{array}{ccc}
 1 & 0 & -1 \\
 S_x: & 2 & 0 & -2 \\
 1 & 0 & -1
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{ccc}
 1 & 2 & 1 \\
 S_y: & 0 & 0 & 0 \\
 -1 & -2 & -1
 \end{array}$$

Рисунок 1. Маски оператора Собеля

$$\begin{aligned} S_x &= f_{i-1,j-1} - f_{i-1,j+1} + 2 \cdot f_{i,j-1} - 2 \cdot f_{i,j+1} + f_{i+1,j-1} - f_{i+1,j+1}, \\ S_y &= f_{i-1,j-1} - f_{i+1,j-1} + 2 \cdot f_{i-1,j} - 2 \cdot f_{i+1,j} + f_{i-1,j+1} - f_{i+1,j+1}, \end{aligned} \quad (1)$$

где (i, j) – координаты центра окна; f – средняя яркость элементов окна; $(2 \cdot a + 1)$ – ширина окна; $M = (2 \cdot a + 1) \cdot (2 \cdot a + 1)$ – число элементов в окне. Для окна 7×7 элементов $a=3$.

После нахождения S_x и S_y вычисляется величина модуля оператора Собеля $S_M = \log \sqrt{(S_x^2 + S_y^2)}$ и фазы оператора Собеля $S\varphi = \left(\arctg \left(\frac{S_y}{S_x} \right) + \pi \right) \cdot S_M$.

Модуль S_M и фаза $S\varphi$ характеризуют степень перепада яркости и его направленность в окне.

Дисперсия. Она характеризует степень разброса яркости относительно ее среднего значения для элементов окна и определяется по формуле:

$$D(i, j) = \frac{1}{M-1} \sum_{K=-a}^a \sum_{l=-a}^a (f_{i-K,j-l} - m(i, j))^2, \quad (2)$$

где $m(i, j) = \frac{1}{M} \sum_{K=-a}^a \sum_{l=-a}^a f_{i-K,j-l}$ – средняя яркость элементов окна. Структура

матрицы дисперсии аналогична структуре матрицы моды, т. е. элементам a строк и столбцов по периметру задают значение ноль, а оставшемуся элементу матрицы присваивается значение дисперсии $D(i, j)$ [2].

Используя рассмотренные алгоритмы для каждой спектральной зоны одного и того же участка, подлежащего сегментации, формируют по пять матриц: три матрицы яркости (по числу спектральных зон), три матрицы моды, три матрицы модуля оператора Собеля, три матрицы фазы оператора Собеля и три матрицы дисперсии. Эти пятнадцать матриц являются базой для создания признакового пространства.

Различие в диапазонах изменения значений составляющих вектора признаков приводит к неравноправности их влияния на величину расстояния и, как следствие, к некорректности классификации. Для преодоления этого производится нормирование всех исходных данных для сегментации по формуле:

$$f_k^N(i, j) = \frac{f_k(i, j) - f_{kMIN}(i, j)}{f_{kMAX}(i, j) - f_{kMIN}(i, j)} \quad (3)$$

Итак, общий алгоритм сегментации включает:

- формирование матрицы признаков, которое предполагает вычисление для каждой точки изображения величины каждого признакового параметра;
- выбор обучающих участков;
- определение средних значений для обучающих участков – центров;
- нормализацию признакового пространства;
- кластеризацию.

Библиографический список

1. Денисов Д.А., Низовкин В.А. Сегментация изображений на ЭВМ // зарубежная электроника, - 1985г., №10.
2. Борисенко В.И., Злотопольский А.А., Мучик И.Б. Сегментация изображения // автоматика и телемеханика, - 1987 г., №7.

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА MEAN SHIFT В ЗАДАЧАХ СЛЕЖЕНИЯ ЗА ДВИЖУЩИМИСЯ ОБЪЕКТАМИ

Ю.С. Коблов

Научный руководитель - Алпатов Б.А., д.т.н., профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет

Целью данной работы является исследование качества работы алгоритма слежения Mean Shift [1] и возможностей его применения в бортовых видеосистемах летательных аппаратов.

Слежение за объектами, движущимися на сложном неоднородном фоне, является одной из наиболее сложных задач в системах технического зрения. Характеристики целевого объекта в реальной видеопоследовательности с течением времени могут изменяться: например, во время съемки изменяется освещенность объекта, изменяются относительные размеры объекта, объект слежения заслоняется другими объектами и т. п.

Mean Shift – непараметрический итеративный алгоритм, основанный на поиске локального максимума функции схожести. Поиск области изображения, максимально соответствующей объекту, начинается с области, зафиксированной на предыдущем кадре. В процедуре Mean Shift объекты описываются с помощью нормированных гистограмм яркости. Для гистограмм на основании коэффициента Бхаттачария строится вещественнозначная функция схожести. На первом кадре видеопоследовательности оператор отмечает объект наблюдения, а затем для каждого следующего кадра видеоряда определяется ближайший локальный максимум функции схожести.

Достоинством алгоритма Mean Shift является высокая устойчивость к яркостным искажениям изображения объекта, а также сравнительно низкие требования к вычислительным ресурсам, позволяющие применять его в системах реального времени.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ (ГК № 16.740.11.0519).

Библиографический список

1. D. Comaniciu, P. Meer. Mean Shift: A Robust Approach Toward Feature Space Analysis // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, May 2002. Vol. 24. № 5. P. 603-619.

ОСОБЕННОСТИ ОТОЖДЕСТВЛЕНИЯ ЗВЁЗД НА УЧАСТКЕ СНИМКА НЕБЕСНОЙ СФЕРЫ, ПОЛУЧЕННОГО ДАТЧИКОМ СКАНОВОГО ТИПА

Д.Ю. Пашенцев

Научный руководитель – Пылькин А.Н., д.т.н., профессор

**Филиал ФГУП «ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс» - «ОКБ «Спектр»
ФГБОУВПО «РГРТУ»**

Геометрическое качество изображений, получаемых от датчиков сканового принципа действия, определяется уровнем остаточных искажений.

К данным искажениям можно отнести следующие два вида искажений:

- внутрикадровые искажения длин, площадей и углов по отношению к одноименным характеристикам объектов наблюдаемой сцены;
- ошибки определения положения всего кадра к наблюдаемой сцене.

Основными факторами внутрикадровых искажений являются нелинейность развертки датчика, неточность измерения расположения оптико-электронных преобразователей (ОЭП) в фокальной плоскости, дисторсия объектива, погрешность оценки параметров орбиты, положения и угловой ориентации спутника, а также для снимков земной поверхности кривизна и вращение Земли.

Для одномоментных снимков влияние положения и угловой ориентации спутника на формируемое изображение компенсируется «мгновенностью» съемки всего кадра. Учитывая, что при «моментальной» съемке участка небесной сферы отсутствуют такие искажающие факторы как: панорамный эффект, эллиптичность орбиты, то для формирования эталонных участков звёзд из астрономических каталогов и дальнейшего отождествления эталонных звёзд с их аналогами на снимках возможно применение основных законов фотограмметрии.

Однако применение стандартных формул фотограмметрии для отождествления изображений сканового типа в части формирования эталонных участков изображений звёзд представляет собой не тривиальную задачу.

В настоящее время задача распознавания групп звезд может быть сведена к двум основным алгоритмам:

- распознавание групп звезд, основанное на вычислении угловых расстояний между звездами в наблюдаемой группе и сравнение этих расстояний с эталонными;
- использование корреляционных свойств двух перекрывающихся точечных изображений, полученного реального и эталонного изображения небесной сферы [1, 2].

Перечисленные алгоритмы находят применение главным образом в задаче определения ориентации космического аппарата, где применяются покадровые системы съемки.

Однако применение данных алгоритмов без модификации к сканерным изображениям невозможно по следующим причинам.

1. Метод угловых расстояний основывается на вычислении по изображению угловых расстояний между изображениями звёзд, однако в связи со скановым типом съемки возникают геометрические искажения и большое количество шумовых помех.

2. Хотя корреляционно-экстремальный алгоритм является помехоустойчивым для его реализации необходимо эталонное изображение, построенное из высокоточного каталога звёзд. При использовании покадровой съемки эталонное изображение строится по известным формулам фотограмметрии, которые не применимы к сканерным типам съемки.

Для построения эталонного сканового кадра необходимо учитывать внешнее ориентирование космического аппарата, а также внутреннее ориентирование целевой аппаратуры [3].

Для повышения точности идентификации распознавания звёзд, необходимо применять гибридный алгоритм отождествления звёзд, который является модифицированным корреляционно-экстремальным алгоритмом в час-

ти повышения точности отождествления при угловых разворотах реального кадра относительно эталонного, за счет применения алгоритма отождествления по угловым расстояниям.

Библиографический список

1. Б.В. Анисимов, В.Д. Курганов, В.К. Злобин / Распознавание и цифровая обработка изображений / Учеб. Пособие для студентов вузов. – М.: Высш. шк., 1983. – 295 с.
2. Злобин В.К., Еремеев В.В. Обработка аэрокосмических изображений. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 288 с. – ISBN 5-9221-0739-9
3. Д.Ю. Пашенцев, А.Н. Пылькин, Р.В. Тишкин, Моделирование точечных изображений звездного неба получаемых от датчика сканерной съемки, Наука и технологии. Том 2. Кратки сообщения XXX Российской школы, Екатеринбург: УрО РАН, 2010

ПРИМЕНЕНИЕ СНИМКОВ ЗВЁЗДНЫХ УЗОРОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ РАДИОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Д.Ю. Пашенцев

Научный руководитель – Пылькин А.Н., д.т.н, профессор

**Филиал ФГУП «ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс» - «ОКБ «Спектр»
ФГБОУВПО «РГРТУ»**

Для проведения высокоточной автоматической геометрической коррекции видеоданных, получаемых при дистанционном зондировании Земли (ДЗЗ), необходимо знать элементы внутреннего и внешнего ориентирования целевой аппаратуры (ЦА) и космического аппарата (КА) соответственно [1]. Параметры внутреннего ориентирования измеряются при ее наземной калибровке. В тоже время необходимо учитывать, что в период эксплуатации КА параметры ЦА меняются под различными воздействиями. Для уточнения параметров внутреннего ориентирования на КА ДЗЗ «Ресурс-П» впервые в отечественной практике реализуется новый способ решения этой задачи – это геометрическая калибровка ЦА по звёздному небу [2]. Однако, помимо геометрической калибровки, необходимо рассмотреть возможности применения звёздных узоров для радиометрической калибровки.

Каждый датчик характеризуется собственными значениями усиления и смещения, которые применяются к сигналу в момент формирования матрицы пикселей. Вследствие вывода на орбиту характеристики датчика ухудшаются из-за осаждения вещества на оптических элементах, которое происходит в результате выделения газов из системы в вакуум.

В общем случае существуют несколько этапов радиометрической калибровки применительно к ДЗЗ:

- 1) Калибровка первого уровня: заключается в преобразовании значений пикселей в значения характеристики падающего излучения.
- 2) Второй уровень: характеризуется выполнением преобразования излучения у датчика к излучению у земной поверхности.
- 3) Третий уровень калибровки пересчет данных в отражательную способность земной поверхности.

В случае съемки звёздных узоров возможна калибровка первого уровня. На Земле для оценки спектральной чувствительности используются специальные стенды с применением монохроматических излучателей.

При использовании полученных снимков звёздных узоров радиометрическую калибровку следует проводить в двух направлениях:

для оценки спектральной чувствительности по изображениям звёздных узоров в качестве монохроматического излучателя могут выступать сами звёзды с известными спектральными характеристиками;

оценка и компенсация темновых токов полученных изображений звёздных узоров (поле снимка не содержащее звёзд рассматривается в качестве черного фона, и для каждого такого участка проводится оценка темновых токов и дальнейшая компенсация полученных изображений).

Помимо данных двух направлений необходимо исследовать применение звёздных узоров для оценки разрешающей способности, где звёзды могут выступать как функция рассеивания точки.

Рассмотренные выше направления требуют дальнейшей проработки, с целью создания эффективной системы радиометрической калибровки для уточнения характеристик ЦА.

Библиографический список

1. Бакланов А.И. Системы наблюдения и мониторинга: учебное пособие – М. Бином. Лаборатория знаний, 2009. – 234 с.
2. Петрищев В. Ф. Полетная фотограмметрическая калибровка оптико-электронной аппаратуры дистанционного зондирования Земли по звездному небу // Полет. – 2005. – N7.-С. 39-42

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ КОРРЕЛЯЦИОННО-ЭКСТРЕМАЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ОБЪЕКТА НА ИЗОБРАЖЕНИИ ПРИ ЕГО ЧАСТИЧНОМ ЗАСЛОНЕНИИ

М.В.Хосенко

Научный руководитель – Селяев А.А., к.т.н., доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящее время большое внимание уделяется проблемам обработки визуальной информации с помощью различных вычислительных устройств. Одной из таких актуальных задач является обнаружение и сопровождение наземных или воздушных движущихся объектов в последовательности изображений.

С этой целью часто используют корреляционно-экстремальные алгоритмы (КЭА), основанные на использовании некоторого эталонного изображения объекта. Важным условием устойчивой работы этих алгоритмов является соответствие используемого эталона текущему изображению объекта.

Однако на практике эталонное изображение объекта со временем часто начинает существенно отличаться от текущего. Происходит это из-за изменения условий освещения, шумов, бликов, частичного заслонения другими объектами, например, деревьями. Использование в этих случаях старого эталонного изображения может привести к грубым ошибкам в определении местоположения объекта. Для устранения этих ошибок необходимо сменить эталон или скорректировать.

В докладе рассматриваются результаты исследования модифицированного корреляционно-экстремального алгоритма определения координат движущегося объекта в последовательности изображений. В нем вычисление разностной критериальной функции производится не для всех точек сравниваемых изображений, а лишь для тех из них, яркости которые отличаются друг от друга не более, чем на некоторую пороговую величину. Это позволяет при сопоставлении эталонного и текущего изображений объекта не учитывать существенно изменившиеся участки этих изображений, что повышает точность решения поставленной задачи. При этом для обновления эталонного изображения используется алгоритм межкадровой фильтрации, также учитывающий только те области изображений, которые более-менее соответствуют друг другу. В докладе исследуется влияние различных факторов на точность работы модифицированного корреляционно-экстремальный алгоритма определения координат объекта на изображении при его частичном заслонении. Приводятся результаты экспериментальных исследований для искусственных и реальных изображений движущихся объектов.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ (ГК № 16.740.11.0519).

Секция 9

**Геоинформационные технологии. Сегментация и классификация
объектов на аэрокосмических изображениях Земли**

**АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НА КОСМИЧЕСКИХ
ИЗОБРАЖЕНИЯХ ЗЕМЛИ ОБЛАСТЕЙ ПОСТОЯННОЙ ЯРКОСТИ**

Ю.Г. Бажура, П.А. Князьков

Научный руководитель - В.В. Еремеев, д.т.н., профессор.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Выделение областей постоянной яркости является важной задачей при определении уровня шума изображения. Классический способ определения уровня шума заключается в последовательном просмотре оператором всего изображения и измерении статистических характеристик яркости на однородных областях. Недостатком такого подхода является затраты времени и влияние человеческого фактора, который проявляется в пропуске подходящих фрагментов. В докладе представлен алгоритм автоматизированного выделения на изображении областей с примерно постоянной яркостью, подходящих для оценки по ним уровня шума изображения.

Алгоритм предполагает выполнение 4-х этапов:

Этап 1. Осуществляется бинаризация изображения на основе статистического дифференцирования масками:

$$M_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 2 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 1 & 2 & 2 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 2 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 2 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 1 & 2 & 2 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 2 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 1 & 2 & 2 & 2 & 2 \end{bmatrix}, \quad M_2 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 & 0 & 2 & 1 & 2 \\ 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 \end{bmatrix},$$

где цифрами «1» и «2» обозначены части масок, для которых отдельно вычисляются средняя яркость и среднеквадратичное отклонение пикселей изображения. Разбиение изображения $B(m,n)$ на два уровня осуществляется по следующему критерию:

$$B(m,n) = \begin{cases} 1, & \text{если } \forall i \in [1,2] \left[\left| \overline{M}_{i,1} - \overline{M}_{i,2} \right| < B_{\text{пор}} \right] \wedge (\sigma_{i,1} \leq \sigma_{\text{пор}}) \wedge (\sigma_{i,2} \leq \sigma_{\text{пор}}), \\ 0, & \text{иначе,} \end{cases}$$

где $\overline{M}_{i,1}$ и $\overline{M}_{i,2}$ – средние яркости пикселей изображения, соответствующих 1-й и 2-й частям i -й маски, $\sigma_{i,1}$ и $\sigma_{i,2}$ – среднеквадратичные отклонения яркости пикселей изображения соответствующих 1-й и 2-й частям i -й маски, $B_{\text{пор}}$ – задаваемое пороговое значение изменения яркости, $\sigma_{\text{пор}}$ – задаваемое пороговое значение неоднородности частей масок, которое не должно быть меньше значения среднеквадратичного отклонения шума изображения.

Этап 2. Производится маркировка смежных элементов бинарного изображения со значением «1» с использованием двухпроходного алгоритма

разметки связных компонент изображения [1] и вычисление их геометрических характеристик размера и описывающего прямоугольника.

Этап 3. Выполняется отбраковка выделенных областей однородности по размеру и степени компактности. При этом анализируются все связанные компоненты, из которых для последующей обработки остаются только те, которые имеют размер (количество элементов) больше задаваемого порогового значения $N_{пор}$. Степень компактности контролируется путем вычисления коэффициента, который представляет собой отношение размера связанного компонента к размеру описывающего его прямоугольника. Вычисленный таким образом коэффициент сравнивается с пороговым $C_{пор}$, который определяет минимальную допустимую степень компактности. В результате после завершения проверок отбираются связанные компоненты, удовлетворяющие условиям по размеру и компактности.

Этап 4. Отобранные в результате выполнения этапов 1–3 связанные компоненты принимаются за области постоянной яркости изображений, координаты которых далее передаются оператору и могут быть использованы для измерения уровня шума.

Использование предложенного алгоритма позволяет значительно снизить нагрузку на оператора путем снятия необходимости последовательного просмотра всего изображения и измерения характеристик всех визуально подходящих областей.

В заключении доклада приведены результаты тестирования предложенного алгоритма с привлечением изображений, полученных от космических аппаратов «Ресурс-ДК» и «Электро-Л».

ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ЗНАЧЕНИЙ ВЕГЕТАЦИОННОГО ИНДЕКСА К ВЛИЯНИЮ АТМОСФЕРНЫХ ИСКАЖЕНИЙ

В.А. Ушенкин

Научный руководитель – Парфилова Н.И., к.т.н., доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет

Вегетационный индекс (ВИ) – это показатель, оценивающий интенсивность растительного покрова. Применяется для анализа данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

$NDVI$ – самый известный и наиболее распространенный вегетационный индекс. $NDVI$ прост для вычисления, имеет один из самых широких динамических диапазонов и высокую чувствительность к изменениям в растительном покрове. Индекс вычисляется по формуле:

$$NDVI = \frac{b_{NIR} - b_{RED}}{b_{NIR} + b_{RED}}. \quad (1)$$

В формуле (1) b_{RED} и b_{NIR} – коэффициенты отражения в красном (~630–700 нм) и ближнем инфракрасном (~750–1000 нм) диапазонах. При вычислении индекса $NDVI$ могут применяться как коэффициенты отражения, так и значения яркостей в каналах соответствующих спектральных диапазонов.

Данные ДЗЗ подвержены влиянию атмосферных искажений. Влияние атмосферы вносит искажения в спектральную характеристику излучения, по-

падающего на съемочную аппаратуру, что вызывает ошибки в вычислении вегетационных индексов. При этом состояние атмосферы постоянно изменяется, поэтому снимки, полученные в разное время, искажаются по-разному. Особенно сильно эта проблема сказывается на сравнении значений индекса на снимках, полученных в разное время.

Решить данную проблему позволяет атмосферная коррекция. Однако для точной коррекции требуется множество исходных данных (метеопараметров), получение которых с высокой точностью затруднено. Кроме того, такая коррекция может вносить в снимок свои собственные искажения.

Для случаев, когда применение атмосферной коррекции невозможно или недопустимо, разработаны вегетационные индексы, более устойчивые к влиянию атмосферных искажений, чем *NDVI*.

Атмосфероустойчивый вегетационный индекс *ARVI* основан на *NDVI* путем замены в формуле (1) b_{RED} на Rb :

$$Rb = b_{RED} - a \cdot (b_{BLUE} - b_{RED}); \quad (2)$$

$$ARVI = \frac{b_{NIR} - Rb}{b_{NIR} + Rb}.$$

В формуле (2) b_{BLUE} – яркость в каналах синего (~420–490 нм) диапазона, а параметр a определяет величину коррекции [1].

Индекс *ARVI* учитывает тот факт, что для растительности коэффициенты отражения в синем и красном диапазонах примерно равны. Большая разница между их значениями обусловлена атмосферными искажениями и используется для коррекции индекса.

При правильном подборе параметра a в областях с густой растительностью индекс *ARVI* обладает высокой устойчивостью к влиянию атмосферы. Однако в областях с редкой растительностью индекс *ARVI* становится несправедливым и приводит к значительным ошибкам, поэтому в таких областях приходится понижать параметр a до нуля, сводя *ARVI* к *NDVI*. Таким образом, применение индекса *ARVI* позволяет получить устойчивость к атмосферным искажениям только в областях с густой растительностью.

В данной работе предлагается вегетационный индекс, обладающий устойчивостью к атмосферным искажениям и применимый как к густой, так и к редкой растительности.

Полагается, что влияние атмосферы примерно одинаково по всему полю снимка и заключается в понижении яркости в красном (~630–700 нм) и ближнем инфракрасном (~750–1000 нм) диапазонах. Вычисление вегетационного индекса производится в два прохода. На первом проходе определяются средние значения коэффициентов k_{RED} и k_{NIR} для областей с густой растительностью (для которых $ARVI > 0,6$):

$$k_{RED} = \text{avg}(b_{BLUE}/b_{RED});$$

$$k_{NIR} = \text{avg}\left(\frac{b_{BLUE}^{2,9}}{b_{RED}^{2,9} + b_{RED}^{1,9} \cdot b_{BLUE}^{1,9} - p \cdot b_{BLUE}^{1,9} \cdot b_{RED}^{1,9}}\right),$$

где:

$$p = \begin{cases} 1 + 2 \cdot (1 - b_{RED}/b_{BLUE}), & \text{если } b_{RED}/b_{BLUE} \geq 0,9; \\ 1,2, & \text{если } b_{RED}/b_{BLUE} < 0,9. \end{cases}$$

На втором проходе вычисляется значение индекса, одинаково скорректированное на основе коэффициентов k_{RED} и k_{NIR} по всему снимку:

$$NDVI_{corr} = k_{VI} \cdot \frac{k_{NIR} \cdot b_{NIR} - k_{RED} \cdot b_{RED}}{k_{NIR} \cdot b_{NIR} + k_{RED} \cdot b_{RED}};$$

где:

$$k_{VI} = \begin{cases} 1 + 0,1 \cdot (k_{RED} - 1), & \text{если } 1 \leq k_{RED} \leq 2; \\ 1,1, & \text{если } k_{RED} > 2. \end{cases}$$

Поскольку в описанном алгоритме влияние атмосферы считается неизменным по всему полю снимка, в отличие от $ARVI$, в областях с густой растительностью индекс $ARVI$, оценивающий влияние атмосферы в каждом пикселе, обеспечивает более точные значения, чем $NDVI_{corr}$. Поэтому в качестве результирующего значения индекса выбирается максимальное из значений $ARVI$ и $NDVI_{corr}$.

Разработанный алгоритм существенно снижает влияние атмосферы при вычислении вегетационного индекса. При этом качество коррекции практически не зависит от густоты растительности. По точности алгоритм является компромиссным решением между применением $ARVI$ и полноценной атмосферной коррекцией.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СЕГМЕНТАЦИИ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

А.А. Юдаков

Научный руководитель – В.В. Еремеев, д.т.н., профессор.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Одной из задач анализа данных дистанционного зондирования Земли является выделение на снимках объектов интереса с последующей оценкой их параметров, т.е. задача сегментации изображения. Сегментация изображения заключается в выделении на изображении областей-сегментов, однородных согласно определенному признаку. Для гиперспектральных снимков в качестве мер применяются частотно-пространственные характеристики элементов изображения: корреляция спектральных характеристик, спектральный угол, расстояние в спектральном пространстве и т.д.

Важным является оценка качества сегментации гиперспектральных данных дистанционного зондирования Земли. При этом понятие качественной сегментации определяется исходя из определения задачи. То есть качество сегментации – это мера, описывающая точность разбиения исходного изображения на сегменты.

В докладе рассмотрено два подхода к оценке качества сегментации гиперспектральных изображений:

- оценки качества непосредственно во время сегментации, посредством анализа равномерности сегментов согласно выбранной мере сходства;
- сравнения результатов сегментации с эталонным разбиением.

Положительными сторонами первого подхода является отсутствие необходимости в опорной эталонной информации. Недостатки заключаются в невозможности оценить корректность выбранных мер сходства элементов.

Второй подход заключается в сравнении результатов автоматической сегментации гиперспектральных данных с результатами ручной сегментации. Недостатком подхода является сложность получения качественных результатов ручной сегментации, положительной стороной является возможность оценки корректности применяемых при сегментации мер сходства. Для визуализации результатов оценки качества сегментации формируется изображение, размеры которого совпадают с оцениваемыми данными, а элементами являются степени точности классификации соответствующих пикселей.

В докладе представлены результаты апробации приведенных подходов к оценке качества сегментации на натурной гиперспектральной информации с космических (Hyperion, CHRIS) и авиационных (AVIRIS, ProSpecTIR) съемочных систем.

СПЕКТРАЛЬНЫЕ РАЗНОСТНЫЕ МЕРЫ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЧЕТКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ

Р.В. Тишкин, Д.В. Ялымов, А.А. Юдаков

Научный руководитель — Еремеев В.В., д.т.н., профессор
Рязанский государственный радиотехнический университет

Гиперспектральная съемка является эволюционным развитием много-спектральных систем. В результате съемки формируется многомерное пространственно-спектральное изображение, каждый пиксель которого характеризуется собственным спектром. Пиксель — это наименьший разрешимый элемент земной поверхности на космическом снимке. Современные гиперспектральные системы дистанционного зондирования Земли обладают большим количеством спектральных каналов, что затрудняет проведение визуальной классификации изображений, поэтому требуется разработка автоматических и автоматизированных алгоритмов классификации.

Классификация [1] заключается в том, чтобы на основе спектральной информации из различных диапазонов каждый пиксель изображения отнести к тому или иному классу объектов. Этот тип классификации называют также распознаванием спектральных образов. В результате классификации формируется новое изображение – тематическая карта местности.

Классификацию называют четкой, если каждый пиксель изображения относится только к одному классу объектов. В случае нечеткой классификации каждый пиксель может быть отнесен с разной степенью принадлежности сразу к нескольким классам объектов.

Различают ручную, автоматизированную и автоматическую классификацию. Автоматизированная (контролируемая, с обучением) классификация основана на учете априорной информации о типах объектов и эталонных значениях спектральных характеристик этих объектов. В процессе классификации производится сравнение спектральных характеристик элементов классифицируемого изображения с эталонными характеристиками, задаваемыми в процессе обучения оператором.

Автоматическая (неконтролируемая, без обучения) классификация применяется при отсутствии априорной информации об объекте съемки. Классификация — это такое разбиение заданного множества объектов на непе-

ресекающиеся подмножества или классы, чтобы каждый класс содержал похожие объекты, а объекты разных классов различались между собой. Обычно полученная карта классификации требует дальнейшего объединения или разбиения классов, поскольку одни и те же объекты могут попасть в разные классы, например из-за условий освещения.

При автоматизированной и автоматической классификации применяются меры сходства элементов изображения.

В докладе рассмотрены меры евклидова расстояния, спектрального угла и отклонения спектральной информации применительно к алгоритму Linde-Buzo-Gray (LBG).

Euclidean Distance, ED (эвклидово расстояние) — мера основанная на вычислении кратчайшего расстояния между точками в n -мерном пространстве, где n — число спектральных диапазонов.

Spectral Angle Mapper, SAM (спектральный угол) — мера определяет подобие между спектрами, рассматривая их как векторы в пространстве с размерностью, равной числу спектральных каналов, и вычисляя угол отклонения между ними.

Spectral Information Divergence, SID (отклонение спектральной информации) — мера рассматривает спектры как вероятностные распределения и вычисляет близость между ними на основе расстояния Кульбака-Лейблера (относительной энтропии). [2]

SID-SAM — мера, вычисляемая на основе значений спектрального угла и отклонения спектральной информации. [2]

Эффективность спектральных разностных мер оценивалась в работе алгоритма LBG для автоматической классификации гиперспектральных снимков, полученных с датчиков космического (Hyperion) и авиационного (AVIRIS, HyMap) базирования.

Алгоритм Linde-Buzo-Gray (LBG) основан на алгоритме K-средних. Основная идея алгоритма — установить начальные центры в соответствии с главными компонентами входного вектора.

Классификация гиперспектральных снимков алгоритмом LBG показала, что наилучшие результаты дает мера SAM, близкие к ней — SID, а наихудшие — ED. Использование меры SID-SAM видится нецелесообразным, так как SAM и SID дают похожий результат.

АЛГОРИТМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫСОТ ИНЖЕНЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ ПО ИХ ТЕНИ

Е.Е. Королев, Р.В. Тишкин

Рязанский государственный радиотехнический университет

Яркостные неоднородности в виде тени, представленные на изображениях высокого пространственного разрешения, представляют дополнительную информацию. Помимо данных находящихся в области тени, зная азимут солнца и угол высоты Солнца можно определить высоту здания.

Прежде чем приступить к операции определения высоты здания по его тени, тень предварительно была отсегментирована [1]

В отечественной и зарубежной практике применяются алгоритмы в основе которых лежат два подхода определение высоты здания:

- 1) по длине тени и углу высоты Солнца;

2) по схеме использования отношений соответствующих длин тени и наклонной стороны, определенные по калибровочному зданию.

Первый подход описывается в общем виде формулой

$H = S \cdot \operatorname{tg} \alpha$, где H – высота искомого здания; S – длина тени здания; α – угол высоты Солнца в момент съемки.

Второй подход основа описывается формулой вида :

$H_1 = \frac{H_2 \cdot S_1}{S_2}$, где H_1 – высота искомого здания; S_1 – длина тени искомого здания; H_2 – высота калибровочного здания; S_2 – длина тени калибровочного здания.

Отличия данных подходов заключается в различных исходных данных. В работе [2] указано что данные подходы имеют $CKO = \pm 2.5 - 4$ метра, что соответствует ошибке в 3-4 пикселя на изображениях от КА «Ресурс-ДК».

Оценим точность определения высот зданий описанными способами на примере изображений от КА «QuickBird» имеющим разрешение 61см/пиксель.

Изображение сделано 11.IV.2010 10:50 мск. Угол высоты Солнца равен $\alpha = 32,61^\circ$.

Калибровка: здание МГУ ($H_1 = 240\text{ м}$, $S_1 = 401.63\text{ м}$)

Гостиница «Украина» в Москве (Высота 206 м):

I подход: $S_1 = 319.91\text{ м}$;

Тогда $H_1 = S_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha = 319.91 \cdot \operatorname{tg} 32.61 = 204\text{ м}$; $\Delta H = 2\text{ м}$.

II подход: $H_1 = \frac{H_2 S_1}{S_2} = \frac{240 \cdot 319.91}{401.43} = 191.26\text{ м}$; $\Delta H = 15\text{ м}$.

Северная Башня, здание Москва-Сити (Высота 108м):

I подход: $S_1 = 162,56\text{ м}$;

Тогда $H_1 = S_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha = 162.56 \cdot \operatorname{tg} 32.61 = 104\text{ м}$; $\Delta H = 4\text{ м}$.

II подход: $H_1 = \frac{H_2 S_1}{S_2} = \frac{240 \cdot 162.56}{401.43} = 97,2\text{ м}$; $\Delta H = 11\text{ м}$.

Небоскреб «Москва», здание Москва-Сити (Высота 301,6 м)

I подход: $S_1 = 603,17\text{ м}$;

Тогда $H_1 = S_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha = 603.17 \cdot \operatorname{tg} 32.61 = 385\text{ м}$; $\Delta H = 84\text{ м}$.

II подход: $H_1 = \frac{H_2 S_1}{S_2} = \frac{240 \cdot 603.17}{401.43} = 360,6\text{ м}$; $\Delta H = 59\text{ м}$.

Полученная ошибка в расчетах характеризуется сложностью сцены изображения (наложение теней нескольких высотных зданий друг на друга).

Оценивая данные подходы можно сделать следующие выводы:

- 1) проанализированные подходы просты в реализации;
- 2) обладают мало практичностью и позволяют определять высоту зданий наиболее точно только в случаях простой сцены изображения;
- 3) для решения задачи надежного определения высоты зданий по их тени необходимо использовать подходы, связанные с реконструкцией сцены.

Библиографический список

1. «Распознавание теней на цветных изображениях высокого пространственного разрешения» Королев Е.Е., Тишкин Р.В. Информационные техно-

логии в учебном процессе и научных исследования: Межвуз.сб.науч.тр./ Под ред. А.Н.Пылькина – Рязань: РГРТУ, 2012. С. 25-28

2. «Теоретическое обоснование способа измерения высот зданий по одиночному спутниковому изображению» В. Погорелов, В.Шавук, ФГУП «Северо-кавказское аэрогеодезическое предприятие»

КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ ИНСТРУМЕНТАРИЯ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ

Н.И. Нестеров, Р.В. Тишкин, А.А. Юдаков

Научный руководитель – Еремеев В.В., д.т.н., профессор

Филиал ФГУП «ГНП РКЦ «ЦСКБ-Прогресс» – ОКБ «Спектр»

ФГУП «ГНП РКЦ «ЦСКБ-Прогресс»

Гиперспектральная съемка является эволюционным направлением в развитии задач дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Обработка гиперспектральных данных дистанционного зондирования Земли открывает совершенно новые возможности для решения задач в разных областях хозяйственной деятельности. По оценкам экспертов до 70% всех задач ДЗЗ могут быть решены благодаря применению снимков с высоким спектральным разрешением.

Тематическая обработка гиперспектральных снимков связана в основном с их сегментацией – выделением однородных областей. Для каждого пикселя изображения известна его яркость в каждом из l спектральных каналов. Как показано в [1] задачу сегментации в этом случае можно свести к задаче кластеризации множества объектов в l -мерном пространстве.

При этом следует учитывать неопределенность задачи, обусловленную нечеткими критериями однородности, искажениями, вносимыми съемочной аппаратурой и другими причинами. В этом случае целесообразно применять алгоритмы нечеткой кластеризации, когда один и тот же пиксель изображения может принадлежать нескольким кластерам одновременно.

Пусть R – множество пикселей изображения, являющихся в данном случае объектами кластеризации. Каждому пикселю ставится в соответствие вектор яркостей спектральных каналов, длиной l . В общем виде задача нечеткой кластеризации имеет вид: определить такое нечеткое разбиение множества пикселей изображения R на заданное количество c нечетких кластеров, которое обеспечивает экстремум некоторой целевой функции J среди всех нечетких разбиений [2].

Одним из алгоритмов нечеткой кластеризации является алгоритм нечетких c -средних (FCM-алгоритм, fuzzy c -means). FCM-алгоритм предполагает выполнение следующих шагов.

1. Инициализация начального нечеткого разбиения.
2. Вычисление координат центров кластеров.
3. Вычисление новых значений функций принадлежности.
4. Шаги 2 и 3 повторяются до тех пор, пока не будет выполнено максимальное число итераций или пока абсолютная разница значений целевой функции J на двух последовательных итерациях не станет менее заранее выбранной погрешности.

В целом, FCM-алгоритм показывает хорошие результаты при обработке спутниковых изображений [1]. Однако при обработке информации с высо-

ким спектральным разрешением следует учитывать вычислительную сложность алгоритма. У современных гиперспектральных датчиков количество спектральных каналов l достигает 200. Время, затрачиваемое на выполнение алгоритма FCM, может быть нецелесообразно большим. Снижение количества спектральных каналов помогает решить эту проблему. Этого можно добиться двумя путями: либо отбрасыванием малозначимых каналов, либо объединением смежных спектральных каналов. Выбор метода прореживания и его влияние на качество кластеризации является предметом отдельного исследования.

Библиографический список

1. Л.А. Демидова, Н.И. Нестеров, Р.В. Тишкин. Сегментация спутниковых изображений с применением аппарата теории нечетких множеств. – Вестник РГРТУ, №3, 2012. – С.11-17.
2. S. Nascimenko, B. Mirkin, F. Moura-Pires. A fuzzy clustering model of data and fuzzy c-means. – IEEE Neural Networks Council, San Antonio, Texas, USA, 2000. – pp. 302-307.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИОННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Н.И. Нестеров, Р.В. Тишкин, А.А. Юдаков

Научный руководитель – Еремеев В.В., д.т.н., профессор

**Филиал ФГУП «ГНП РКЦ «ЦСКБ-Прогресс» – ОКБ «Спектр»
ФГУП «ГНП РКЦ «ЦСКБ-Прогресс»**

Для высокоуровневой обработки спутниковых изображений Земли представление снимков в обычном виде – в виде прямоугольной сетки пикселей – часто является избыточным и связано с неоправданными вычислительными затратами. Сегментация решает эту проблему путем перехода от представления в виде множества точек растра к представлению в виде множества объектов. Этот переход основан на выделении областей, имеющих схожие визуальные характеристики.

Сегментацию изображений можно свести к задаче кластеризации объектов в многомерном пространстве [1]. Стоит заметить, что задаче сегментации присуща неопределенность, обусловленная невозможностью однозначно классифицировать объекты на космических изображениях, поэтому в данном случае целесообразно применять алгоритмы кластеризации, основанные на применении аппарата теории нечетких множеств.

В общем случае оптимальное разбиение объектов по кластерам должно минимизировать некоторую целевую функцию, отражающую количественную оценку качества кластеризации. Рассмотрим один из алгоритмов нечеткой кластеризации – алгоритм возможных с-средних (PCM – possibilistic c-means). Алгоритм реализует возможностную интерпретацию неопределенности и предполагает выполнение следующих шагов [2].

1. Инициализация начального нечеткого разбиения.
2. Вычисление значений «ширины зоны» кластеров.
3. Обновление значений функций типичности.
4. Вычисление новых координат центров кластеров на основе значений функции типичности.

5. Шаги 3 и 4 повторяются до тех пор, пока не будет выполнено максимальное число итераций, или не будет достигнута заданное значение целевой функции.

Целевая функция чаще всего является многоэкстремальной и при ее минимизации проявляется характерная для итерационных алгоритмов тенденция к сходимости к локальному минимуму и зависимость результатов от начальных параметров (начального разбиения РСМ-алгоритма). Один из подходов к поиску глобально-оптимального разбиения предполагает многократное выполнение РСМ-алгоритм при различных начальных параметрах и выбор лучшего решения (с точки зрения минимизации целевой функции).

Другим подходом к поиску глобального минимума целевой функции является расширение области поиска с помощью эволюционных вычислений, например, с использованием генетического алгоритма [3]. Генетический алгоритм оперирует набором "особей" – хромосом, в которых закодированы возможные решения рассматриваемой задачи кластеризации алгоритмом. Отдельная особь характеризуется мерой ее "приспособленности", обратно пропорциональной значению целевой функции. Наиболее "приспособленные" особи получают в дальнейшем возможность "воспроизводить" потомство методом "перекрестного скрещивания" с другими особями из популяции. В результате образуются новые особи, сочетающие в себе "лучшие" характеристики, которые получены ими в наследство от родителей. Для менее приспособленных особей реализуется меньшая вероятность воспроизведения потомков, поэтому свойства, присущие этим особям постепенно исчезают из популяции в процессе эволюции.

Комбинированный алгоритм кластеризации может быть описан следующей последовательностью действий.

1. Инициализировать набор начальных нечетких разбиений.
2. Произвести одну итерацию РСМ-алгоритма для каждого варианта разбиения.
3. Произвести одну итерацию генетического алгоритма для набора разбиений.
4. Шаги 2 и 3 повторяются до тех пор, пока не будет выполнено максимальное число итераций, или не будет достигнута заданное значение целевой функции.

Комбинированный алгоритм кластеризации, основанный на совместном применении РСМ-алгоритма и генетического алгоритма, повышает вычислительную сложность одной итерации, однако в целом количество итераций для поиска глобального минимума целевой функции существенно снижается, что позволяет получить качественные результаты сегментации за более короткое время.

Библиографический список

1. Л.А. Демидова, Н.И. Нестеров, Р.В. Тишкин. Сегментация спутниковых изображений с применением аппарата теории нечетких множеств. – Вестник РГРТУ, №3, 2012. – С.11-17.
2. R. Krishnapuram, J. Keller, A possibilistic approach to clustering. – IEEE Transactions on Fuzzy Systems, vol. 1, 1993. – pp. 98–109.
3. Демидова Л.А., Кираковский В.В., Пылькин А.Н. Принятие решений в условиях неопределенности. – М.: Горячая линия – Телеком. – 288 с.: ил.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСОВ РАСПРЕДЕЛЕННОГО СОЗДАНИЯ ДЕТАЛЬНЫХ МОЗАИК БОЛЬШИХ РЕГИОНОВ

Е.Е.Королев, В.И. Побаруев, О.А.Пресняков

Рязанский государственный радиотехнический университет

Современные средства ДЗЗ, такие как КА «Ресурс-ДК1», позволяют выполнять детальную (с разрешением 1–2 м) съемку земной поверхности с полосой захвата до 100 км. Для получения ортопланов регионов, размер которых превышает полосу захвата, требуется решить задачу объединения нескольких снимков в плоскости единого кадра (мозаики). В случае, когда число исходных снимков достигает нескольких сотен, время решения задачи на одном персональном компьютере недопустимо возрастает.

В докладе приводятся результаты исследования предлагаемой авторами технологии распределенного создания мозаик на нескольких персональных компьютерах.

В рамках этой технологии предлагается параметры мозаик, – данные, необходимые для геометрического трансформирования и фотометрического выравнивания, координаты линий обрезки изображений и т.д., – хранить в единой базе данных (БД), а обработку выполнять на нескольких рабочих местах.

Для оперативного отображения обзорной мозаики предложено создавать и хранить уменьшенные копии исходных снимков (квиклуки). Было проведено сравнение двух вариантов размещения квиклуков: средствами СУБД или в виде файлов на жестком диске с указанием в БД путей к ним. Для этого моделировалось создание мозаики из 400 снимков с квиклуками в формате JPEG общим объемом 1ГБ и БД под управлением PostgreSQL 8.4. Измеренное время отображения обзорной мозаики для рассматриваемых вариантов составило 144 и 37 секунд соответственно, что позволяет сделать вывод о целесообразности использования второго варианта.

В результате синтезирована архитектура информационной системы построения мозаичных ортопланов, включающая в себя:

- 1) хранилище изображений;
- 2) сервер с обзорными изображениями и БД параметров мозаик;
- 3) рабочее место управления для формирования заданий;
- 4) рабочие места выполнения заданий.

Все элементы системы объединены в локальную вычислительную сеть. Рабочие места формирования и обработки заданий оснащены ГИС построения мозаики и клиентами БД параметров мозаик.

Рассмотрены также инструментальные средства, позволяющие автоматизировать наиболее трудоемкие ручные операции: формирование визуально незаметной линии стыка снимков в мозаике и расчет параметров фотометрического выравнивания изображений.

В существующих программах создания мозаик для автоматического формирования границы «обрезки» снимков широко используются алгоритмы, основанные на проведении линии стыка вдоль характерных объектов [1]. Однако, фрагменты этой линии продолжают оставаться визуально заметными, когда вынужденно проходят по областям, лишенным таких объектов. Для окончательного скрытия визуально заметной линии «шва» в её окре-

стности выполняется плавный полупрозрачный переход от одного снимка к другому.

При фотометрическом выравнивании сначала подбираются параметры линейного преобразования яркости изображений таким образом, чтобы в общих областях минимизировать отличия яркости и контраста. Затем формируются коэффициенты преобразования яркости в узлах регулярной решетки с шагом 128-1024 пикселей, позволяющие минимизировать локальные фотометрические отличия [2].

КЛАСТЕРИЗАЦИЯ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПЛАНАРНОГО СЕТОЧНОГО ГРАФА

Д.А. Корячко

Научный руководитель – Кузнецов А.Е., д.т.н., профессор

ФГУП «ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс»

Рязанский государственный радиотехнический университет

Одной из основных задач, возникающей при обработке аэрокосмической информации, является задача кластеризации, заключающаяся в группировке объектов (наблюдений, фрагментов) на основе полученных данных, описывающих свойства анализируемых объектов. Объекты внутри кластера должны быть "похожими" друг на друга по некоторым показателям или свойствам, и отличаться от других объектов, которые вошли в другие кластеры.

Кластеризация используется при отсутствии априорных сведений относительно классов, к которым можно отнести объекты исследования набора данных, либо при большом числе объектов и описывающих их параметров, что делает их анализ неоправданно трудоемким.

Постановка и решение задачи кластеризации сложна и неоднозначна, поскольку оптимальное число кластеров в общем случае неизвестно, а выбор меры "похожести" или меры близости свойств объектов между собой, как и критерий кластеризации, как правило, носят субъективный характер. При кластеризации объектов в технических системах мерой оценки близости между объектами является метрика, причем наиболее популярными метриками являются евклидово расстояние и расстояние Манхэттена.

В настоящее время на практике используется несколько десятков алгоритмов кластеризации и их разновидностей, в частности, алгоритмы k-средних, G-средних, алгоритмы на базе обучения нейронных сетей Кохонена и самоорганизующихся карт признаков Кахонена, а также на основе использования топологических свойств графов.

Основная идея последнего основана на вычислении разрезов графа с целью уточнения границ сегментов, полученных в результате сегментации графа поиском водоразделов [1].

Исходными данными для алгоритма являются изображение и результат его сегментации с неточно обнаруженными границами. Начальная сегментация представляется в виде отдельного изображения, пиксели которого имеют значения от 1 до N, где N - число полученных сегментов, а каждому сегменту соответствует свое число.

После сегментации величина отклонения границ сегментов от искомым границ объектов зависит от извилистости этих границ. Для уточнения гра-

ниц обычно используется алгоритм Зонга-Суня [2]. Этот алгоритм позволяет определить коридоры сразу между всеми сегментами изображения.

Для уточнения границ сегментов можно использовать алгоритм для построения планарного сеточного графа.

Планарный сеточный граф строится следующим образом. Определяется исток S и сток T графа. Кроме истока S и стока T в граф добавляются вершины, соответствующие пикселям, участвующим в построении графа. Каждая вершина соединяется ребрами с соседними, как показано на рис. 1.

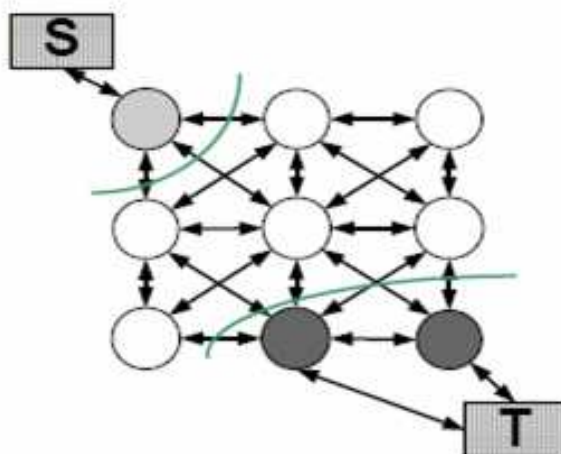


Рис. 1. Планарный сеточный граф

Вес ребра w_{ij} между соседними вершинами i и j определяется на основе свойств этих вершин, задающихся соответствующими пикселями. После определения всех w_{ij} определяется минимальный разрез, который можно определить методами поиска максимального потока в сети [3]. В результате выполнения этого алгоритма большая часть пикселей, отнесется к какому-нибудь сегменту. В случае необходимости можно провести постобработку неразмеченных пикселей с целью корректировки результатов сегментации.

Библиографический список

1. Е.В. Заугольнова, Д.В. Юрин. Алгоритм уточнения предварительной сегментации изображений с нечеткими слабоконтрастными границами двумерных объектов. International Conference Graphicon 2006, Novosibirsk, Akademgorodok, 2006.
2. T.Y. Zhang, C.Y. Suen. A fast parallel Algorithm for Thinning Digital Patterns // Commun. acm, v. 27 №3, pp339-344.
3. Форд Фалкрсон. Поток в сетях. М.: Мир. 1966.

КЛАССИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ НА ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ В УСЛОВИЯХ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ

С.В. Труханов

Научный руководитель – Пылькин А.Н., д.т.н., профессор
ФГУП «ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс» - «ОКБ «Спектр», г. Рязань
Рязанский государственный радиотехнический университет

Основная идея классификации объекта на гиперспектральном изображении (полученного с гиперспектрометра космического или воздушного летательного аппарата) сводится к идентификации его гиперспектральной характеристики (ГСХ). Как правило, ГСХ объекта сравнивается с эталонными ГСХ из спектральной библиотеки по определенному алгоритму.

Эталонные значения ГСХ обычно представляют собой набор значений коэффициентов спектральной яркости (КСЯ) в зависимости от длины волны λ . КСЯ – это фотометрическая функция, характеризующая структуру отраженного поверхностью (объектом) излучения как по длинам волн λ , так и по условиям наблюдения и освещения [1].

Если учесть, что все значения ГСХ в спектральной библиотеке и исследуемая ГСХ нормированы (значения КСЯ от 0 до 1, спектральный диапазон библиотеки и исследуемой характеристики совпадают), то простейшим случаем классификации будет являться нахождение меры сходства евклидова расстояния [2].

Евклидово расстояние между двумя точками i и j на плоскости, когда известны координаты X и Y , может быть определено по формуле:

$$D_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \quad (1)$$

В нашем случае, фактически, решается задача одномерной классификации, когда координата X жестко задана и всегда одинакова для исследуемой и эталонных ГС характеристик. Таким образом, в алгоритме реализована следующая формула нахождения меры сходства:

$$D_i = \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - y_{i_эталона})^2}, \quad (2)$$

где: i – номер канала гиперспектрометра, y_i – значение КСЯ исследуемой характеристики для i -го канала гиперспектрометра, $y_{i_эталона}$ – значение КСЯ эталонной характеристики для i -го канала гиперспектрометра.

Данная мера близости будет хорошо работать при идеальных условиях съемки.

К сожалению, при обработке ГС изображений ряд факторов (угол съемки, влияние атмосферы и прочие) может быть учтен в недостаточной степени. В результате полученная ГСХ объекта может значительно отличаться от реальной, и сравнение с эталоном с помощью алгоритмов «жесткой» классификации [3], к которым относятся алгоритмы классификации на основе меры сходства евклидова расстояния, не даст положительных результатов.

Кроме того, исследуемый объект может одновременно попадать под разные категории, и алгоритм «жесткой» классификации однозначно отнесет

его к определенной категории, хотя это и не совсем верно. Применение алгоритмов «мягкой» классификации [3] с использованием нечеткой логики может помочь преодолеть указанные сложности.

Как правило, методы нечеткой классификации данных дистанционного зондирования широко используются в тех ситуациях, когда изучаемый географический объект изначально является не вполне определенным [4].

В таких условиях, когда входные данные (исследуемая ГСХ) представляют собой нечеткие множества, для решения задачи идентификации объекта можно использовать алгоритм кластеризации нечетких k-средних (Fuzzy C Means FCM) [5], широко применяемый в настоящее время. С учетом того, что количество кластеров (в нашем случае эталонов ГСХ из спектральной библиотеки) известно, можно положить, что задача кластеризации сводится к задаче классификации. Искомой величиной, которую можно рассматривать как меру близости, в таком адаптированном алгоритме будет выступать вектор степеней принадлежности исследуемой ГСХ U для J эталонных ГСХ:

$$U = (u_1, u_2, \dots, u_j) \quad (3)$$

Степень принадлежности в этом случае можно рассчитать по формуле:

$$u_i = \frac{1}{\sum_{l=1, J} \left(\frac{D_i}{D_l} \right)^{\frac{2}{m-1}}}, \quad (4)$$

где D_i – мера сходства для исследуемой ГСХ по отношению к i -й эталонной ГСХ, рассчитанная как евклидово расстояние по формуле (2); m – экспоненциальный вес (от единицы до бесконечности).

Экспоненциальный вес m – характеризует степень «размытости» вектора степеней принадлежности. При m стремящейся к бесконечности получается, что исследуемая ГСХ принадлежит всем эталонным ГСХ с одной и той же степенью. На сегодня теоретически обоснованного решения по правилам выбора m не существует. Практически, значение экспоненциального веса устанавливается в пределах 2..5 [5].

Библиографический список

1. Чапурский Л.И. Отражательные свойства природных объектов в диапазоне 400-2500 нм., Министерство Обороны РФ 1986 г.
2. Чубукова И.А. Data Mining. Основы информационных технологий. Специальные курсы. Издательство «Бином». Лаборатория знаний, 2006. – 384 с.
3. Шовенгердт Р.А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. М., Техносфера, 2010. – 560 с.
4. Чандра А.М., Гош С.К. Дистанционное зондирование и географические информационные системы., М., Техносфера, 2008. – 312 с.
5. Пылькин А.Н., Тишкин Р.В. Методы и алгоритмы сегментации изображений. – М.: Горячая линия – Телеком, 2010. –92 с.

ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ СПЕКТРАЛЬНЫХ ЭТАЛОНОВ

С.В. Труханов, А.А. Юдаков

Научный руководитель – Пылькин А.Н., д.т.н., профессор

ФГУП «ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс» - «ОКБ «Спектр», г. Рязань**ФГУП «ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс», г. Самара****Рязанский государственный радиотехнический университет**

При обработке данных гиперспектральной съемки ключевой задачей является дешифрирование снимка. Дешифрирование определяют как процесс изучения снимков с целью идентификации объектов и оценки их значимости [1].

При наличии гиперспектральных снимков земной поверхности идентификацию объектов по ним можно проводить путем сравнения гиперспектральных характеристик (ГСХ). Значения ГСХ обычно представляют собой набор значений коэффициентов спектральной яркости (КСЯ) в зависимости от длины волны λ .

ГСХ исследуемого объекта (полученная с некоторой области на изображении) с помощью различных алгоритмов классификации [2] сравнивается с набором эталонных ГСХ из спектральной библиотеки.

В настоящее время самой полной из доступных является библиотека ASTER, которая была создана для поддержки использования снимков с платформы Terra/ASTER (NASA). Библиотека представляет собой коллекцию данных из библиотек JPL, JHU, USGS и содержит более 2300 спектров покрывающих материалов в диапазоне волн от 0,4 до 15,4 мкм [3].

Основным недостатком подобных общедоступных библиотек является тот факт, что большинство хранящихся в них ГСХ получены с помощью лабораторных гиперспектрометров для различных образцов материалов и неприменимы к задачам идентификации объектов земной поверхности. Также информация по полезным ископаемым, объектам стратегического и военного назначения в большинстве своем недоступна.

На сегодняшний день в отечественной практике впервые планируется применить приборы гиперспектральной съемки на борту космических аппаратов, поэтому, для решения задач исследования поверхности Земли (определение состава горных пород, типа растительности, почвы, нахождение и идентификация объектов и прочие), весьма актуальным становится вопрос формирования базы данных спектральных эталонов.

Для хранения и обработки гиперспектральной информации предлагается следующая реляционная структура базы данных (Рис.1).

Значения исследуемой ГСХ помещаются в сущность «GSH_TEMP», после чего проводится их интерполяция к значениям длин волн каналов гиперспектрометра, которые хранятся в сущности «I_CHANNEL». Эталонные объекты в иерархической форме хранятся в сущности «LIBRARY_OBJS», их ГСХ – в сущности «LIBRARY_VAL». Результаты обработки информации (рассчи-

танные меры сходимости ГСХ) помещаются в сущность «PROCESSING_RESULT». Сущности «ISTOCHNIK» и «PROCESSING_TYPE» являются классификаторами источника эталонной ГСХ и типа обработки соответственно.

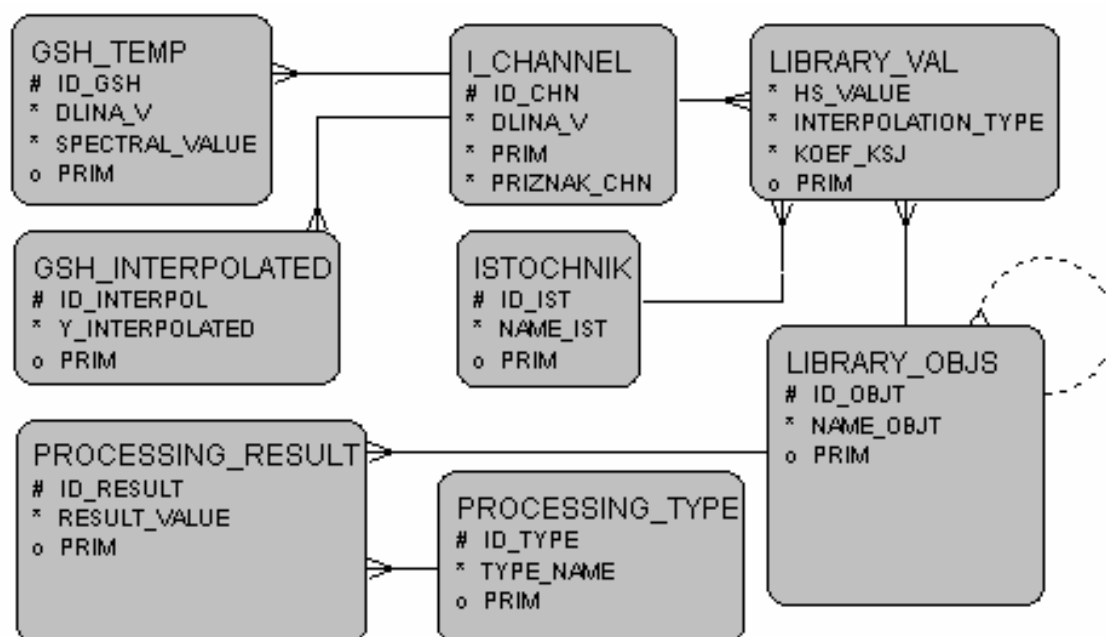


Рис.1. Реляционная структура базы данных

Данную структуру базы данных планируется применить в программном обеспечении обработки данных гиперспектральной съемки отечественного КА «Ресурс-П», что позволит создать свою доступную и актуальную пополняемую спектральную библиотеку эталонов объектов поверхности Земли.

Библиографический список

1. Чандра А.М., Гош С.К. Дистанционное зондирование и географические информационные системы., М., Техносфера, 2008. – 312 с.
2. Шовенгердт Р.А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. М., Техносфера, 2010. – 560 с.
3. Baldrige A.M., Hook S.J., Rivera G. The ASTER spectral library version 2.0. Remote Sensing of Environment 113 (2009) 711–715. www.elsevier.com/locate/rse.

Секция 10**Геоинформационные технологии. Сегментация и классификация объектов на аэрокосмических изображениях Земли**

**ПЛАГИН ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ
ДЛЯ ОБРАБОТКИ ИНТЕНСИВНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ**

С.В. Михеев, Д.А. Михайлов, А.А. Федосеев, О.А. Япрынцева

Научный руководитель – Михеева Т.И., д.т.н., профессор

**Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)**

Пропускная способность улично-дорожной сети напрямую связана с интенсивностью дорожного движения. Развитие геоинформационных технологий позволило применять их для хранения, обработки, анализа и визуализации информации об интенсивности.

Разработанный плагин «ITSGIS. Интенсивность транспортных потоков» для геоинформационной системы «ITSGIS» предназначен для хранения, обработки и визуализации на электронной карте в среде геоинформационной системы информации об интенсивности транспортных потоков на улично-дорожной сети. Важным элементом разработанного плагина является база данных, которая обеспечивает ввод и хранение данных о характеристиках улично-дорожной сети, интенсивности транспортных потоков и видах транспортных средств.

Плагин располагает инструментом ввода исходных данных в базу данных, таких как: тип транспортного средства, количество транспортных единиц разного типа, участок улично-дорожной сети, на котором проводился сбор данных, время сбора и др.

В «ITSGIS. Интенсивность транспортных потоков» формируются снимки интенсивности, представляющие собой значение интенсивности и пропускной способности соответствующего участка улично-дорожной сети, которые получены на основе информации из базы данных.

Плагин «ITSGIS. Интенсивность транспортных потоков» позволяет осуществлять визуализацию данных об интенсивности на карте разными способами:

- в виде точки с привязкой к ней числового значения интенсивности;
- в виде линий различной толщины в зависимости от значения интенсивности;
- в виде точки или линии различными цветами в соответствии с градацией цвета по величине значения интенсивности;
- комбинированным способом, при котором величина интенсивности влияет как на цвет, так и на толщину символов.

Наглядное представление информации об интенсивности транспортных потоков в разработанном плагине для геоинформационной системы «ITSGIS» позволяет облегчить решение целого ряда задач:

- построение оптимальных транспортных маршрутов;
- построение маршрутов для перевозки опасных грузов;
- разработка схем регулирования движения транспортных потоков;

– анализ состояния модели улично-дорожной сети и транспортной инфраструктуры;
оптимизация величины движения городского муниципального и коммерческого транспорта и т.д.

МУЛЬТИМЕДИЙНЫЙ КОНТЕНТ НА ЭЛЕКТРОННОЙ КАРТЕ

С.В. Михеев, О.К. Головин, А.В. Сидоров, А.Ф. Макаров, А.А. Осьмушин
Научный руководитель – Михеева Т.И., д.т.н., профессор

**Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)**

Эффективность решения сложных проблем средствами геоинформационных систем привела к их быстрому развитию и внедрению в новые сферы жизни и деятельности человека. Одно из новых направлений применения геоинформационных систем – предоставление населению городов справочных данных по организациям и предприятиям, в том числе в виде мультимедийного контента: анимированных изображений, видеозаписей и др.

Разработанный модуль «ITSGIS. Инфо» – это плагин для геоинформационной системы «ITSGIS», содержащий векторную электронную карту города, автоматизированную информационную систему и базу данных, которые обеспечивают работу со специализированными геообъектами и их семантическими характеристиками. Геообъекты представляют на электронной карте предприятия и организации города, предоставляющие населению города какие-либо услуги или товары. Семантическая информация об этих услугах может быть представлена интерактивным мультимедийным контентом.

Программный модуль «ITSGIS. Инфо» состоит из нескольких подсистем: администратора, пользователя и веб. Такая организация модуля позволяет независимо разрабатывать и поддерживать различные направления применения «ITSGIS. Инфо».

Подсистема администратора «ITSGIS. Инфо» предназначена для поддержания справочных данных в актуальном состоянии и имеет трехуровневую архитектуру: сервер баз данных, сервер приложения и клиенты. Применение такой архитектуры значительно повышает производительность работы с системой, так как одновременно с ней могут работать несколько пользователей без взаимных конфликтов. Для связи сервера приложения и клиентов была применена технология «WCF», предназначенная для передачи больших массивов информации по защищенным каналам связи, обеспечивающим приемлемый уровень сжатия. В качестве системы управления базами данных выбрана «PostgreSQL», оптимизированная для работы с геопространственными данными.

Подсистема пользователя плагина «ITSGIS. Инфо» предназначена для предоставления справочных услуг конечным пользователям – жителям города. Эта подсистема обладает легковесным пользовательским интерфейсом и функционирует на непроизводительных компьютерах.

Веб-подсистема предоставляет весь функционал пользовательской подсистемы в сети Интернет. В качестве основной технологии работы с картой был выбран геосервер, позволяющий быстро производить запросы на сер-

вере, а полученные результаты отправлять в веб-браузер в виде изображений карты. Веб-подсистема «ITSGIS. Инфо» может быть использована в сенсорном информационном киоске для предоставления справочных услуг посетителям госучреждений, бизнес-центров, вокзалов и др.

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ВЕБ-ПОРТАЛА ДОСТУПА К ДАННЫМ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА «ЭЛЕКТРО-Л» №1

А.А. Ветров, А.М. Кочергин

Научный руководитель - А.Е. Кузнецов, д.т.н., профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет

На сегодняшний день оперативное обеспечение потребителей изображениями, полученными с геостационарного метеоспутника «Электро-Л» №1 возможно только в случае наличия у них антенного комплекса приема спутниковой информации. Однако современные возможности сети Internet позволяет организовать доступ к оперативному архиву материалов съемки в режиме on-line, устраняя необходимость в сложном и дорогостоящем приемном комплексе. В докладе рассмотрены вопросы организации геопортала, позволяющего пользователям обращаться к архиву данных космического аппарата (КА) «Электро-Л» просматривать и скачивать данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в исходном разрешении при помощи Internet-браузера.

Клиентская часть геопортала выполнена в виде Java-апплета, встроенного в web-страницу, серверное приложение написано на C++/Qt. Выбор данных языков программирования был обусловлен требованиями кросс-платформенности разрабатываемого веб-портала. При разработке геопортала был применен подход, при котором значительная часть необходимых расчетов выполняется на вычислительных средствах пользователя. Это позволило существенно сократить нагрузку на серверную часть, оставив в его юрисдикции только вопросы, связанные с передачей данных через Internet, учетом пользователей и начальной обработкой полученных изображений. При разработке геопортала основной упор делался на параллельные вычисления, что позволило:

- оптимально использовать вычислительные ресурсы современных многоядерных процессоров;
- обеспечить пользователю возможность работы с геопорталом во время загрузки и обработки изображений.

Разработанный геопортал состоит из серверной и клиентской компонент. Серверная компонента выполняется в приемном центре НИЦ «Планета» и выполняет следующие функции:

- мониторинг принимаемых снимков;
- грануляция снимков, заключающаяся в их разбиении на фрагменты различных размеров и разрешения, позволяющая уменьшить объем передаваемых по сети данных;
- формирование архивов снимков в стандартных форматах HRIT/LRIT;
- предоставление потребителям доступа к клиентской части и архивам снимков;
- учёт пользователей.

Клиентская часть состоит из следующих модулей:

- модуль визуализации, позволяющий отображать в нормализованной геостационарной проекции поверхность Земли, линии географической сетки, слои векторных карт, населенные пункты, снимки «Электро-Л» и анимации;

- модуль взаимодействия пользователей с базой данных (БД) электронного каталога, содержащий интерфейс задания параметров выборки кадров, формирующий и отправляющий запросы к БД на получение данных, отображающий полученные результаты в табличном виде и передающий запросы на отображения модулю визуализации;

- многопоточную двухуровневую система загрузки и кэширования данных, получающую упакованные данные с сервера, распаковывающую их и хранящую распакованные данные в кэшах, расположенных в оперативной памяти и на жёстком диске;

- модуль загрузки HRIT/LRIT архивов, позволяющий в автоматическом режиме скачивать новые архивы по мере их появления.

В заключении приводится пример функционирующего макета геопорталов доступа к данным КА "Электро-Л". Показывается, что технические решения, заложенные при проектировании портала, позволяют на принципиально новом уровне обеспечить работу всех заинтересованных лиц с информацией ДЗЗ. Это, в свою очередь, очень важно для популяризации спутниковой информации и расширения рынка её практических применений.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ТОЧНОСТИ КООРДИНАТНОЙ ПРИВЯЗКИ ОБЪЕКТОВ НА КОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ

Е.П. Козлов, Г.Н. Мятлов, А.С. Шокол

Научный руководитель - В.В. Еремеев, д.т.н., профессор.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе представлена методика получения статистических оценок точности определения геодезических координат объектов, представленных на изображениях земной поверхности. Искомая точность определяется путем сравнения геодезических координат на анализируемых изображениях с координатами одноименных объектов опорной информации. В качестве опорной информации может выступать база данных абрисов или картографическая информация (векторные карты, топографические карты, планы). Под абрисом понимается небольшой геопривязанный фрагмент изображения объекта, полученный при съемке поверхности Земли, в картографической проекции. Характерные объекты опорной информации должны быть легко идентифицируемы на местности и на обрабатываемых изображениях.

Данные для оценки точности координатной привязки должны удовлетворять следующим условиям:

- анализируемые снимки и опорная информация должны быть представлены в единой системе координат;

- точность координат точек, измеренных по опорной информации, должна быть выше точности координат точек, полученных по анализируемым снимкам.

Общий порядок получения оценок точности состоит в следующем:

- 1) Осуществляется подбор необходимых исходных данных. Идентифи-

цируется множество одноименных точек на снимке и опорной информации.

2) По множеству одноименных точек рассчитываются невязки геодезических координат в метрах: $\Delta x_i, \Delta y_i$ ($i = \overline{1, I}$ – число одноименных точек).

3) По совокупности невязок координат вычисляются статистические оценки точности геопривязки снимков:

– средние ошибки:

$$\mu = \sqrt{\overline{\Delta x^2} + \overline{\Delta y^2}}, \quad \overline{\Delta x} = \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I \Delta x_i, \quad \overline{\Delta y} = \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I \Delta y_i;$$

– среднеквадратическое отклонение координат:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2}, \quad \sigma_x = \sqrt{\frac{1}{I} \sum_{i=1}^I (\Delta x_i - \overline{\Delta x})^2}, \quad \sigma_y = \sqrt{\frac{1}{I} \sum_{i=1}^I (\Delta y_i - \overline{\Delta y})^2};$$

– среднеквадратическая ошибка невязок:

$$s = \sqrt{s_x^2 + s_y^2}, \quad s_x = \sqrt{\frac{1}{I} \sum_{i=1}^I \Delta x_i^2}, \quad s_y = \sqrt{\frac{1}{I} \sum_{i=1}^I \Delta y_i^2}.$$

Показатели рассчитываются для каждой пары анализируемого снимка и опорной информации и заносятся в таблицу для детального анализа оценок точности геодезической привязки изображений.

ОБЪЕДИНЕНИЕ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ ДАННЫХ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ИНФОРМАТИВНОСТИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

А.А. Макаренков, А.Э. Москвитин

Научный руководитель - В.В. Еремеев, д.т.н., профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет

Гиперспектральная съемочная аппаратура фиксирует излучение в сотнях узких спектральных диапазонов. Это позволяет каждой точке изображения сопоставить спектральную характеристику, описывающую распределение энергии отраженного излучения в зависимости от длины волны. Объединение каналов гиперспектрального снимка осуществляется с целью получения нового изображения, на котором с максимально возможной информативностью представлены все объекты подстилающей поверхности. В различных спектральных каналах снимка с разной четкостью представляются различные классы объектов. Отдельные каналы гиперспектрального изображения характеризуют отраженное излучение в определенном узком диапазоне длин волн. При этом в различных диапазонах спектра объекты могут иметь совершенно разные спектральные отклики, из-за чего в одних каналах снимка объекты могут быть инверсными по яркости по отношению к другим каналам. При объединении таких данных четкость инверсных объектов может значительно уменьшаться. Это создает предпосылки к разработке алгоритмов комплексирования каналов гиперспектрального снимка, которые приводят к повышению информативности представления объектов по сравнению с традиционными подходами к объединению каналов изображений.

Другим подходом к повышению информативности гиперспектральных снимков является объединение их с данными высокодетальной съемки. В

этом случае изображения с высоким пространственным разрешением объединяются с гиперспектральными данными, обладающими высоким спектральным разрешением с целью получения изображения высокодетального как в спектральном отношении, так и в пространственном.

В докладе представлены алгоритмы комплексирования, основывающиеся на полиномиальном представлении спектральных характеристик (СХ), отношении спектральных каналов и комплексирование каналов с учетом характера изменения СХ. Рассмотрен подход к повышению пространственного разрешения гиперспектральных данных на основе объединения с данными высокодетальной съемки, проведена оценка качества повышения разрешения.

Приведены результаты апробирования алгоритмов комплексирования и повышения пространственного разрешения на данных гиперспектральной съемки датчиком космического базирования (Hyperion) и авиационными датчиками (AVIRIS, ProSpecTIR).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ СЪЁМКИ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ШИРИНУ ПОЛОСЫ ОБЗОРА С ЗАДАНЫМ ТРЕБОВАНИЕМ К ИНФОРМАТИВНОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

П.А. Князьков, Н.А. Оськин

Научный руководитель - В.Ф. Петрищев, д.т.н., профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет

При создании космических аппаратов (КА) дистанционного зондирования Земли одним из требований к его целевой аппаратуре является требование к информативности получаемых изображений, общепринятым показателем которой служит линейное разрешение на местности (ЛРМ). Процесс съемки поверхности Земли из космоса всегда связан с изменением условий положения КА относительно поверхности Земли и освещенности. Для случая необходимости определения информативности в нормированных условиях съемки ранее был аналитически описан процесс приведения измерений информативности в реальных условиях съемки к требуемым [1]. В докладе представлено развитие данного подхода применительно к решению задачи определения влияния условий съемки поверхности Земли на ширину полосы обзора с заданной информативностью. Под этим понимается определение длины дуги окружности с радиусом, равным радиусу Земли и соответствующему подспутниковой точке (ПСТ) КА, на краях которой ЛРМ равно заданному.

Решение данной задачи предлагается выполнять путём статистической обработки набора данных, содержащего для каждого измеренного значения величины ЛРМ L данные высоты орбиты КА H , геоцентрической широты в ПСТ φ , высоты Солнца H_c , наклонной дальности D , радиуса Земли в ПСТ и превышения снимаемой местности над общеземным эллипсоидом ΔH .

Для ширины полосы обзора B выполняется отдельно определение влияния условий высоты полета КА, геоцентрической широты ПСТ и высоты Солнца. Для этого из совокупности исходных данных для обработки выделяется наборы W_k , $k=1, K$, в которых соответствующий параметр (H , φ или

H_c) находится в определенном диапазоне.

Затем для каждого измерения L наборов W_k , $k=\overline{1, K}$, рассчитывается значения ширины полосы обзора B по формуле:

$$B = 2 \cdot R \cdot \arccos \left[\frac{R^2 + (R + H)^2 - D^2}{2R \cdot (R + H)} \right],$$

где $R = R_3 + \Delta H$.

Полученные пары значений B и L наборов W_k , $k=\overline{1, K}$, позволяют по методу наименьших квадратов получить графики полиномиальных зависимостей величины полосы обзора от величины ЛРМ $B_k(L)$ для интервалов параметров H , φ и H_c . Точность определения таких зависимостей может быть оценена через вычисление среднеквадратических отклонений σ_{Bk} полинома $B_k(L)$ от B внутри наборов W_k , $k=\overline{1, K}$, и построение доверительных интервалов.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ ВЕДЕНИИ БАЗЫ ДАННЫХ ГЕОПОРТАЛА ДОСТУПА К ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

А.А. Ветров, А. М. Кочергин, Д. В. Скачков

Научный руководитель – Кузнецов А.Е., д.т.н., профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящее время от средств дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) поступают большие объемы информации в высоком темпе. Материалы космической съемки после соответствующей обработки находят широкое применение в геологии, экологии, гидрометеорологии, картографии, сельском и лесном хозяйстве, военной разведке и многих других областях человеческой деятельности. Качество и доступность предоставляемых данных играют первостепенную роль. Для своевременной доставки информации потребителю в доступной форме, ведется разработка Internet-ресурса (геопортала), на котором будет представлена трехмерная модель земного шара, с возможностью просмотра любого участка поверхности Земли в режиме реального времени.

Размер получаемых спутниковых изображений крайне велик – до сотен Гбайт (например, изображение от космического аппарата Ресурс-ДК может достигать размера 36000x36000 точек), что затрудняет их обработку и передачу по существующим каналам связи. В связи с этим для реализации поставленной задачи целесообразно выполнять предварительную обработку снимков, которая включает в себя следующие этапы:

1) Гранулирование исходного изображения. В связи с тем, что в каждый конкретный момент времени потребителю на экран монитора выводится только некоторая часть земной поверхности с заданным уровнем детализации, появляется возможность оперировать не огромным массивом данных исходного изображения, а небольшими его областями, необходимыми для отображения наблюдаемой пользователем земной поверхности. Для этого космические снимки разбиваются на гранулы – небольшие участки изо-

бражения, которые хранятся в нескольких пространственных разрешениях, что позволяет оперативно подгружать их из базы данных.

2) Яростное выравнивание, полученных участков изображений. При отображении трехмерной модели на экране монитора пользователя происходит виртуальное объединение гранул в единую пространственную картину. Применение такого подхода порождает проблему - стыкуемые гранулы имеют различные яркостные характеристики, что приводит к формированию непрерывного изображения, имеющего участки, различающиеся по яркости, контрастности и цветности. Для решения этой проблемы предлагается проводить процедуру яркостного выравнивания сформированных гранул при занесении их в базу данных геопортала.

Таким образом, рассматриваемые механизмы предварительной обработки спутниковых изображений повышают скорость работы с данными ДЗЗ через сеть Internet, снижают нагрузку на каналы связи и аппаратное обеспечение компьютерной техники, что увеличивает комфортность и оперативность работы пользователя с геопорталом.

ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА СНИМКОВ ЗЕМЛИ НА ОСНОВЕ ИХ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

А.С. Шокол

Научный руководитель – П.А. Князьков, к.т.н.

Рязанский государственный радиотехнический университет

При каталогизации и распространении данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) остро стоит задача автоматической оценки их качества. Во-первых, это связано с тем, что процесс формирования изображений земной поверхности подвержен влиянию множеству случайных искажающих факторов и поэтому каждое получаемое изображение, как и любой другой информационный продукт, должно сопровождаться актуальными оценками показателей качества. Во-вторых, выполнение задачи оценки показателей качества изображений на больших объемах данных, которые поступают от современных систем ДЗЗ, требует организации непрерывной работы коллектива специалистов, результаты работы которых к тому же еще не лишены влияния человеческого фактора.

В докладе рассматриваются информационные технологии автоматической статистической оценки основных показателей качества изображений:

- динамического диапазона сигналов изображения;
- радиометрического разрешения;
- пространственно-частотных искажений;
- линейного разрешения на местности;
- точности геодезической привязки.

В отличие от известных технологий решения этих задач, предлагаемые технологии являются полностью автоматическими.

Информационная технология оценки динамического диапазона сигналов изображения основана на измерении границ гистограммы изображения и вычислении светосигнальной характеристики с привлечением метаданных об отражательных свойствах наблюдаемой местности.

Информационная технология оценки радиометрического разрешения базируется на вычислении уровня шума изображения на основе автоматиче-

ского выделения на изображении однородных по яркости участков и анализе их автокорреляционных функций.

Информационная технология оценки пространственно-частотных искажений основана на автоматическом выделении на изображении резких перепадов яркости и последовательном получении по ним функций рассеяния края, линии и передачи модуляции.

Информационная технология оценки линейного разрешения на местности использует результаты работы указанных выше технологий и вычисляет искомый показатель с учетом геометрических условий наблюдения поверхности Земли, извлекаемых из метаданных изображения.

Информационная технология оценки точности геодезической привязки основана корреляционном сопоставлении одноименных точек изображения с эталонным изображением или картой.

ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ КАТАЛОГИЗАЦИИ ВИДЕОДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

А.С. Шокол

Научный руководитель – А.М. Кочергин, к.т.н.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Материалы космической съемки после соответствующей обработки находят широкое применение в гидрометеорологии, картографии, геологии, сельском и лесном хозяйствах, экологии, военной разведке и многих других областях человеческой деятельности. Эффективность использования космических снимков в различных предметных областях во многом определяется тем, насколько удачно обеспечен доступ потребителей к архивам спутниковых изображений. Эта проблема решается с помощью электронных каталогов (ЭК), которые автоматизируют процессы занесения информации в базу данных и поиска требуемых изображений. Основными информационными компонентами электронных каталогов являются многократно сжатые изображения земной поверхности и метаданные, включающие сведения о спутниках, видеодатчиках, спектральных диапазонах, времени съемки, географическом районе и др.

Часто процесс формирования изображений сопровождается воздействием целого ряда искажений, таких как импульсные и полосовые помехи, сужение яркостного диапазона, значительное покрытие наблюдаемой сцены облаками, неточные измерения параметров орбиты и углов ориентации спутника. В результате при отсутствии в составе метаданных показателей, характеризующих уровень яркостных и координатных искажений, пользователи при обращении к ЭК на свой запрос часто получают низкокачественные видеоданные, не соответствующие заданному географическому региону.

С появлением новых современных средств дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) постоянно возникает потребность в совершенствовании процессов хранения и распространения видеоинформации. Наиболее узким местом существующих средств обработки данных ДЗЗ является отсутствие технологий оперативной геодезической привязки спутниковых изображений перед их каталогизацией, что приводит к безадресному размещению принятой видеоинформации в архивы и затрудняет пользователям процесс

поиска необходимых данных. Другим узким местом является отсутствие оперативных технологий оценки качества данных ДЗЗ в процессе их каталогизации, прежде всего радиометрического и пространственного разрешения, уровня зашумленности помехами, степени покрытия изображений облаками.

В докладе рассматривается информационная технология электронной каталогизации данных ДЗЗ, включающая этапы оценки и улучшения качества принимаемых изображений, уточнения их геодезической привязки и размещения в ЭК. Показатели качества видеоданных, характеризующие уровень искажений, разрешение, степень покрытия облаками, уточненные значения параметров геодезической привязки изображений, включаются в состав метаданных ЭК, так что пользователь перед оформлением заказа на получение необходимой информации может более адресно обратиться к каталогу и оценить качество содержащихся в нем видеоданных.

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ПОЛУЧЕНИЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ОТ КА «НОАА» И «МЕТЕОР-М»

Е.Е.Королев

Научный руководитель – Кузнецов А.Е., д.т.н., профессор

Приполярные (близкие к полярным) орбиты для метеорологических искусственных спутников земли (ИСЗ) выбираются с целью получения возможности осуществлять съем информации с любого района земного шара (включая всю территорию Арктики и Антарктиды)[1]. Данный тип орбит характеризуется минимальной подверженностью земной прецессии. Съемка производится дважды в сутки: один раз днём, в северном направлении, а второй раз – ночью, при движении в южном направлении.

Для нашей страны очень важно, чтобы метеорологические ИСЗ получали информацию со всей территории Российской Федерации, значительная часть которой расположена в приполярных и полярных районах. По этой причине, начиная с первых советских метеорологических ИСЗ, их запуск производится на приполярные орбиты с наклоном плоскости орбиты к плоскости экватора $i = 81-82^\circ$ или $i = 97^\circ-98^\circ$. На данный момент мировая космическая группировка «полярных» метеоспутников включает в себя ряд космических аппаратов (КА), таких как спутники семейства «NOAA», «MetOp», «Метеор-М»№1 и перспективных КА «Аркон-2М», «Метеор-М»№2.

Переданная от ГУ НИЦ «Планета» в Центр космических услуг Рязанского государственного радиотехнического университета (ЦКУ РГРТУ) метеостанция «ПС LRPT» позволяет принимать данные от спутников семейства «Метеор-М». Данные спутниковые системы в настоящее время используют новый цифровой формат передачи данных LRPT. Он предназначен для передачи ограниченного объема данных и заменяет существующий аналоговый формат АРТ. На КА «Метеор-М» №1 в данный момент передача информации в режиме LRPT идет с ограничениями. Штатный режим передачи информации в режиме LRPT будет реализован при эксплуатации КА «Метеор-М» №2[3].

В состав станции входят следующие компоненты:

- 1) антенный пост (Антенна ТА-1);
- 2) радиотракт (МШУ LNB-137, приемо-демодулирующее устройство LRPT-137, кабельная сеть);
- 3) рабочее место оператора в составе ПК управления и приема информации;
- 4) ПО управления антенной и приемом, визуализации и регистрации информации «Метеор-М» №1 (SRExplorer, PlanetaLRPT);
- 5) документация на станцию.

Передача данных с борта КА на приемный пункт ведется в метровом диапазоне на частоте 137,1–137,9 МГц. Во время сеанса связи со спутником формируется изображение, которое сохраняется в формате JPEG. Сохраненные данные обрабатываются с помощью программного комплекса (ПК) «PlanetaLRPT».

Перспективным направлением развития данного аппаратно-программного комплекса является его доработка и настройка для приёма данных от КА «NOAA-19».

Наличие метеостанции в ЦКУ РГРТУ позволяет получать актуальную и более точную информацию о текущей и предстоящей погодной обстановке в нашем регионе. Полученные данные используют в следующих задачах:

- 1) мониторинг наводнений;
- 2) гидрометеорологическое обеспечение сельскохозяйственного производства;
- 3) обеспечение соответствующих служб Министерства обороны РФ, а также других ведомств и организаций для решения других задач гидрометеорологического мониторинга Земли.

ТЕХНОЛОГИЯ КАЛИБРОВКИ АППАРАТУРЫ НАБЛЮДЕНИЯ ЗЕМЛИ ПО ЗВЁЗДАМ

Г.Н. Мятов

Научный руководитель – Еремеев В.В., д.т.н., профессор

ФГУП «ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс»

Рязанский государственный радиотехнический университет

На точность информации выдаваемой потребителям, полученной в ходе обработки изображений космических аппаратов (КА) дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), влияют различные параметры целевой аппаратуры (ЦА) и КА. Точность параметров основных систем КА ДЗЗ вычисляется калибровкой на Земле. Однако в ходе выведения на расчетную орбиту, а также выполнения целевых задач, аппаратура КА ДЗЗ подвергается различного рода воздействия, из-за которых меняются параметры, как внешнего ориентирования КА, так и внутреннего ориентирования ЦА.

На точность внешнего ориентирования КА влияет следующее: неточности измерений пространственного положения КА, измерения углового положения КА, определения конструктивных углов съемочной аппаратуры, нестабильность углового движения КА в процессе съемки, неточность определения взаимного положения систем координат (СК), связанных со ЦА и

с измерительными приборами. К внутреннему ориентированию относятся такие параметры ЦА как: фокус, дисторсия, положение матриц в фокальной плоскости.

Все вышеперечисленные параметры влияют на точность привязки и на геометрическое качество получаемых изображений.

Для калибровки параметров внутреннего ориентирования ЦА могут быть использованы опорные полигоны [4] или топографические карты и схемы, которые включают достаточно большое количество опорных объектов. На КА ДЗЗ «Ресурс-П» впервые в отечественной практике реализуется новый способ решения этой задачи – это геометрическая калибровка ЦА по звездному небу [1-3].

Рассмотренные выше способы уточнения параметров внутреннего ориентирования требуют дальнейшей проработки, с целью создания эффективной технологии полетной калибровки для повышения точности привязки и геометрического качества получаемых изображений.

Библиографический список

1. Петрищев В. Ф. Полетная фотограмметрическая калибровка оптико-электронной аппаратуры дистанционного зондирования Земли по звездному небу // Полет. – 2005. – N7.-С. 39-42
2. Jacobsen, K.: Issues and Method for In-Flight and On-Orbit Calibration // Workshop on Radiometric and Geometric Calibration, Gulfport, 2003.
3. Jacobsen, K. Calibration of imaging satellite sensors, Institute of Photogrammetry and GeoInformation, University of Hannover, 2006.
4. T. P. Srinivasan, B. Islam, Sanjay K. Singh, B. Gopala Krishna, P. K. Srivastava In-flight geometric calibration - an experience with Cartosat-1 and Cartosat-2 // The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B1. Beijing 2008.

Секция 11
Проектирование информационных систем

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ
ОДНОРОДНОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННО-РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ДАННЫХ**

А.С. Данилов

Научный руководитель – Пивоварова И.И., к.т.н., доцент
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

В докладе рассматривается методика оценки пространственной однородности экосистем с возможностью последующего районирования и классификации объектов по степени нарушенности среды и экологической безопасности. Математический алгоритм вычислений реализован в системе объектно-ориентированного программирования C++.

Для апробации методики была произведена оценка статистической однородности пространственной корреляционной функции экологических характеристик участка бассейна реки Ока в Московской области от г. Коломна до г. Пестриково. В качестве математического алгоритма решения поставленной задачи предлагается использовать Z-распределение Фишера, когда полученное по сравниваемым группам данных значение статистики сопоставляется с теоретическим значением при принятом уровне значимости. Были исследованы данные по загрязнению фенолами, взятые с 21 створа за совместный период наблюдений 10 лет (с 2000 по 2009 гг.). Были рассчитаны 210 пар корреляционных соотношений между массивами исходных данных. Затем были вычислены значения эмпирической корреляционной функции, а также определены значения теоретической функции. В дальнейшем, используя значения эмпирической и теоретической функции, вычислены дополнительные величины по методу Фишера. Заключаящим этапом было вычисление модуля разности вспомогательных величин, описанных ранее, и сравнение их со среднеквадратической ошибкой и удвоенной среднеквадратической ошибкой соответственно.

В результате проведенных расчетов был сделан вывод об условной однородности исследуемого участка водотока реки Ока по критерию $2\sigma_{z_{jk}}$ (количество превышений 105 при допустимом количестве превышений при однородности – 92). Причиной квазиоднородности мог явиться неучтенный сброс загрязняющих веществ в акваторию водного объекта. Источниками подобных сбросов могли послужить предприятия лакокрасочной, деревообрабатывающей или иной промышленности, широко распространенные как непосредственно в г. Коломна, так и ниже по течению реки Ока, которые используют фенолы и фенолформальдегидные смолы в качестве компонентов готовой продукции.

Таким образом, в ходе выполнения данного проекта сделаны выводы о возможности применения четкого математического алгоритма определения пространственной однородности характеристик геосистемы. Отработан механизм вычислений в компьютерном приложении, позволяющий уйти от громоздких математических вычислений и значительно уменьшающий

возможность ошибки в расчетах, что в свою очередь облегчает принятие решений в сфере управления природными объектами.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРАФА УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ МАРШРУТОВ В ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ «ITSGIS»

О.К. Головнин, Д.А. Михайлов, О.В. Сапрыкина, А.А. Федосеев
Научный руководитель – Михеева Т.И., д.т.н., профессор
**Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)**

Увеличение числа транспортных средств в большинстве крупных городов приводит к изменению требований к основным характеристикам улично-дорожной сети (УДС) города (ширина и пропускная способность проезжей части, материалы изготовления дорожного полотна, наличие технических средств организации дорожного движения и т.д.). Существующие параметры проезжих частей не всегда соответствуют современным требованиям, которые предъявляются к ним, что приводит к осложнениям при передвижении транспортных средств в городских районах.

В некоторой степени в решении этих проблем поможет использование интеллектуальных транспортных систем, содержащих в себе географическую составляющую — геоинформационную систему (ГИС), обеспечивающих поддержку принятия решения при построении маршрутов [1]. Одной из подсистем разрабатываемой интеллектуальной транспортной системы является ГИС «ITSGIS», позволяющая на основе совокупного анализа объектов транспортной инфраструктуры строить маршруты движения транспортных средств, используя различные критерии оптимальности: минимальное расстояние, минимальное время, транспортная задержка, количество левых поворотов, безопасность маршрута и т.д.

Модель УДС в ГИС «ITSGIS» формируется при помощи графа вида $G(V, E)$, где V — множество вершин (точек возможной смены направления движения), а E — множество дуг (направлений движения транспортных средств). Маршруты движения транспортных средств генерируются на основе графа УДС и представляют собой связанную последовательность дуг e и узлов v [2].

Для своего функционирования ГИС «ITSGIS» использует единую цифровую картографическую основу, на которой представлены основные слои городской инфраструктуры: границы районов, улицы, мостовые сооружения, эстакады, тоннели, железнодорожные переезды, пешеходные переходы, дислокация средств организации дорожного движения, дома, газоны, растительность, гидрография и др. Информация об узлах, дугах, участках, маршрутах представляется на дополнительных специализированных слоях, за работу с которыми отвечают различные подсистемы ГИС.

Для хранения геопространственной и семантической информации в ГИС «ITSGIS» применяется система управления базами данных «PostgreSQL». Для данной системы управления существует геопространственное расширение «PostGIS», обеспечивающее поддержку спецификации открытых ГИС «OGC». В «PostGIS» определяется особый тип данных — геометрические

данные, полный набор функций и индексов для работы с геометрическими данными.

При проектировании модуля построения маршрутов для ГИС «ITSGIS» решены проблемы хранения больших объемов данных, построения оптимальных маршрутов, мониторинга существующих маршрутов.

Узлы УДС не всегда представляют перекрестки, они могут находиться на прямолинейных участках, пешеходных переходах, мостовых сооружениях и эстакадах, железнодорожных переездах [3]. Такое расположение узлов УДС в значительной мере увеличивает размерность моделируемого графа. Манипулирование графами большой размерности определяет проблему: скорость обработки запросов к данным является недостаточной для функционирования ГИС. Граф УДС является разреженным, он представляется в виде списка смежных вершин — т.е. объекты сложной структуры связаны ссылками между объектами. Тестирование созданной структуры с использованием графов размерности, превышающей предполагаемые значения размерности для крупных городов, показало применимость выбранных способов хранения и выборки графов для решения поставленных задач.

Рассмотрены разнообразные существующие алгоритмы поиска маршрутов на графах, но их применимость и эффективность в каждом конкретном случае зависит от характеристик конкретного графа УДС. Для определения оптимальных алгоритмов для каждой конкретной задачи проведены исследования, во время которых сравнивались алгоритмы на скорость работы и объем используемых ресурсов компьютера.

В ГИС «ITSGIS» внесены основные детерминированные алгоритмы поиска кратчайшего пути между двумя узлами УДС и различные алгоритмы решения задач коммивояжера для нахождения оптимального маршрута обхода нескольких узлов УДС. Выбраны оптимальные для каждого конкретного типа задач алгоритмы, которые рекомендуются пользователю системы при выполнении им тех или иных действий для обеспечения поддержки принятия решения.

Разработана система правил, которая корректирует параметры модели под текущее состояние УДС в динамическом режиме, реализованы функции мониторинга необходимых изменений графа и уже имеющихся маршрутов с измененными параметрами. Данная реализация позволяет быстро и точно реагировать на изменение дорожной обстановки и перестраивать маршруты за минимальное время.

Библиографический список

1. Михеева Т.И. Построение математических моделей объектов улично-дорожной сети города с использованием геоинформационных технологий // Информационные технологии. 2006. №1. С.69–75.
2. Михеева Т.И., Золотовицкий А.В. Применение теории графов в задачах управления дорожным движением // Вестник Самарского гос. аэрокосм. ун-та. Сер. «Актуальные проблемы радиоэлектроники» - Самара: СГАУ, - 2003. С. 20-24.
3. Михеева Т.И., Михеев С.В. Модели наследования в системе управления дорожным движением // Информационные технологии. 2001. № 7. С. 50-54.

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В «ИНФОМАТРИКС»

С.В. Михеев, О.К. Головнин, А.Ф. Макаров, А.В. Сидоров

Научный руководитель – Михеева Т.И., д.т.н., профессор

Самарский государственный аэрокосмический университет

имени академика С.П. Королева

(национальный исследовательский университет)

Основной задачей геоинформационных систем (ГИС) является задача создания и обработки пространственных данных – электронной карты. В качестве пространственной основы могут выступать векторные данные, изображения векторных данных и топологические карты-схемы.

В ГИС «ITSGIS» разработан специальный программный инструмент – комплекс программ «Инфоматрикс», предназначенный для обеспечения работы ГИС в составе программно-аппаратного комплекса информационного киоска с сенсорным экраном. Интерактивное обращение к информационному киоску с ГИС «ITSGIS» позволяет получить подробную справочную информацию о геообъектах и их семантических характеристиках [1].

В основе разработанного программного инструмента лежит ядро, которое представляет собой комплекс взаимосвязанных модулей, служащих основой для построения подсистем. Ядро системы включает следующие компоненты:

- единое хранилище семантических и геопространственных данных на основе системы управления базами данных «PostgreSQL»;
- электронная карта с нанесенными геообъектами, представляющими модель области применения (офисный центр, учебное заведение, гостиница и т.д.);
- модуль визуализации картографической информации на базе ГИС «ITSGIS», работающий на технологии «WPF»;
- сервер приложений, обеспечивающий многопользовательскую работу и выполнение ресурсоемких операций;
- редактор карт-схем;
- универсальный редактор справочных данных;
- модуль репликации данных;
- административный модуль.

При разработке модулей использовались методы объектно-ориентированного и паттерного проектирования, принципы SOLID, стандарты открытых геоинформационных систем OGC, автоматизированное модульное тестирование и непрерывная интеграция. Модули разработаны для исполняющей среды Microsoft .NET и функционируют на семействе операционных систем Windows XP и выше.

Библиографический список

1. Михеева Т.И., Михеев С.В., Головнин О.К. Универсальное программное средство для геоинформационных систем сенсорных инфокиосков / Материалы региональной научно-практ. конф., посвященной 50-летию полета человека в космос. Самара: СГАУ, 2011. – С. 235-236.

ОСОБЕННОСТИ НЕШТАТНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ

А.А. Осьмушин, Д.А. Михайлов, О.В. Сапрыкина, А.А. Федосеев
Научный руководитель – Михеева Т.И., д.т.н., профессор
**Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)**

Для создания автоматизированной системы управления транспортными потоками при нештатных изменениях улично-дорожной сети, в первую очередь, необходимо проанализировать возможные нештатные изменения и выделить их основные параметры, которые могли бы иметь влияние на действия автоматизированной системы по увеличению пропускной способности сети.

К нештатным изменениям улично-дорожной сети можно отнести следующие ситуации:

- дорожно-транспортное происшествие (ДТП);
- дорожные работы;
- ямы и открытые люки;
- гололёд;
- другие ситуации, которые не могли быть учтены при организации дорожного движения на участке улично-дорожной сети.

Возникновение нештатной ситуации в большинстве случаев делает существующую схему организации дорожного движения неэффективной, из-за чего возникают заторы.

Основные характеристики нештатных изменений.

- Геоинформация – место возникновения нештатной ситуации.
- Область влияния. Например, ДТП и гололёд имеют разные области влияния: ДТП оказывает прямое влияние только на тот участок улично-дорожной сети, на котором оно произошло; гололёд же может влиять на всю дорожную сеть.
- Мощность влияния. Небольшая яма на дороге не сильно влияет на дорожную обстановку, в то время как ДТП может полностью перекрыть какое-либо направление движения.
- Время действия. Ожидание инспекторов ГИБДД и оформление ДТП занимает несколько часов; некачественное дорожное покрытие может ожидать ремонта не один месяц.

Все эти характеристики должны поступать в автоматизированную систему для оптимальной корректировки организации дорожного движения. Геоинформация необходима для привязки происшествия к конкретной точке на графе улично-дорожной сети. Область влияния помогает автоматизированной системе определить, на какие участки графа нештатное изменение имеет влияние, а мощность показывает, насколько это влияние сильно и насколько следует корректировать организацию дорожного движения. Время действия показывает целесообразность внесения изменений в организацию дорожного движения – например, если известно, что нештатная ситуация будет устранена через несколько минут после возникновения, то необходимость в корректировке может и не возникнуть.

РАСЧЕТ ТОЧЕК КОНЦЕНТРАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ШТЕЙНЕРА

С.В. Михеев, О.В. Сапрыкина, О.Н. Сапрыкин, Д.А. Михайлов
Научный руководитель – Михеева Т.И., д.т.н., профессор
**Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)**

Увеличение числа транспортных средств в большинстве крупных городов приводит к изменению требований к основным характеристикам улично-дорожной сети (УДС) города (ширина и пропускная способность проезжей части, материалы изготовления дорожного полотна, наличие технических средств организации дорожного движения и т.д.). Существующие параметры проезжих частей не всегда соответствуют современным требованиям, которые предъявляются к ним, что приводит к осложнениям при передвижении транспортных средств в городских районах.

Проектирование современных транспортных систем требует многофакторного анализа с помощью информационных технологий и новых методов поддержки принятия решений. Транспортная сеть проектируется с целью обеспечения оптимальной доступности всех основных узловых развязок и точек концентрации транспортных потоков города, с учётом критерия минимизации затрат на строительство дорог. Дополнительно рассматриваются следующие группы факторов:

- Месторасположение главных развязок и основных точек тяготения городского населения.
- Природные факторы – рельеф, месторасположение водных каналов, охраняемые и заповедные территории.
- СанПИН и ГОСТы построения дорог.
- Существующую сеть дорог, включая её состояние.
- Инфраструктуру селитебных территорий города, учитывая количественные характеристики ветхого и нового фондов.

В связи с тем, что исходные данные, необходимые для решения поставленной задачи, носят пространственный характер, в основе создания проектируемой системы используется геоинформационная система (ГИС). Каждая из перечисленных групп факторов составляет пространственную модель в ГИС, которая представляет собой совокупность информации об объектах из базы данных, наложенных на слои ГИС. Для отображения спроектированной оптимальной транспортной сети города имеется отдельный слой в ГИС.

В статье рассматривается метод математического программирования, основанный на решении задачи Штейнера на графах. Исходная задача Штейнера имеет следующую формулировку: на плоскости задано n точек, требуется соединить эти точки ломаными линиями так, что бы каждая точка была соединена с каждой, и чтобы длина совокупности этих линий стремилась к минимуму. Для решения задачи на графах зададим следующие множества: множество вершин с весами, соответствующими количеству населения посещающих этот узел города за единицу времени (например, за день), множество дуг с весами, соответствующими рентабельности строительства участка дороги, соответствующей этой дуге и множества це-

левых вершин, являющихся подмножеством исходных вершин. За вершину из множества исходных вершин принимается вершина многогранника, который соответствуем кварталу города на карте ГИС. Целевыми вершинами считаются узловые развязки, посещаемость населением которых более некоторого выбранного значения.

Для получения альтернативных участков – дуг проектируемой транспортной сети, необходимо каждую вершину из множества исходных вершин соединить со всеми её соседними вершинами. При этом соседней к исходной принимаются близлежащие вершины, принадлежащие окружности заданного радиуса, проведённого из исходной вершины. Пример представлен на рисунке 1. Для каждой полученной таким способом дуги требуется рассчитать вес, то есть рентабельность строительства.

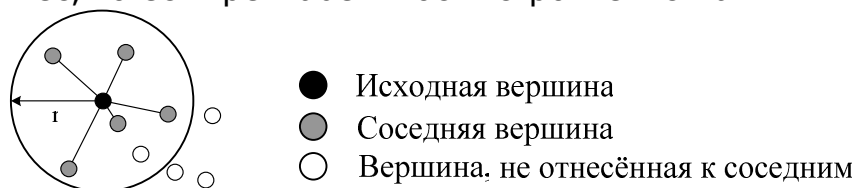


Рис.1. Определение соседних вершин к исходной вершине

Вес дуги вычисляется на основе данных из слоёв ГИС, содержащих информацию об объектах, пересекаемых данной дугой. При совпадении дуги с уже существующим построенным участком УДС затраты приравниваются к нулю или к затратам на ремонт участка. Поиск оптимальной сети осуществляется путём нахождения подграфа, содержащего пути в каждую из целевых вершин при условии максимума суммы весов всех задействованных при этом дуг, на основе решения задачи Штейнера на исходном графе. Задача решается методом динамического программирования с рекуррентным соотношением:

$$W(s,j)=\max(\max(W(s',j)+W(s\setminus s',j)\forall s'\in s),\max(c_u+W(s,j_e(u))|j_b(u)=j)),$$

где s – подмножество множества целевых вершин;

j – вершина из множества целевых вершин;

u – управление – выбор дуги соединяющей вершину j с вершинами вне подмножества s ;

c_u – вес дуги, соответствующей управлению u ;

$j_{b(u)}$ – начальная вершина дуги, соответствующей управлению u ;

$j_{e(u)}$ – конечная вершина дуги, соответствующей управлению u .

В результате исследования были построены точки концентрации транспортных потоков города Самара. Данная информация была использована в качестве входных данных для кластеризации участков улично-дорожной сети города. Исследования проводились в единой геоинформационной системе, что позволило создать основу для дальнейшей научной работы в области оптимизации транспортной инфраструктуры. В частности, изменения схемы движения на существующей сети, построения новых участков дорог, установки технических средств организации дорожного движения.

Библиографический список

1. Романовский И.В., Задача Штейнера на графах и динамическое программирование. //Компьютерные инструменты в образовании №2. – СПб: СПбГУ, 2004 г., стр. 80-86.

ПЛАГИН ДИСЛОКАЦИИ ДОРОЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ В ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ «ITSGIS»

О.К. Головин, Е.В. Силакова, Я.А. Тендляш, К.А. Малыкова
Научный руководитель – Михеева Т.И., д.т.н., профессор
**Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)**

Повышение интенсивности дорожного движения вследствие роста автомобильного парка приводит к снижению скорости движения, возникновению задержек в транспортных узлах и росту аварийности.

Для направления транспортных и пешеходных потоков на улично-дорожной сети в целях повышения безопасности дорожного движения используются пешеходные и транспортные ограждения. Необходимость ведения дислокации данного вида управляющих объектов на электронной карте в среде геоинформационной системы «ITSGIS» продиктована не столько самой необходимостью учета всей семантической информации о данных объектах, сколько возможностью «ITSGIS» проводить интеллектуальный анализ миграции пешеходных потоков.

Геоинформационная система «ITSGIS» – это сложная система, предназначенная для сбора, хранения, обработки, отображения и распространения данных об объектах и процессах транспортной инфраструктуры. Система дает возможность работать с электронной картой. Карту можно масштабировать, редактировать объекты и их семантическое содержание. Многослойная электронная карта содержит слои: домов, улиц, тротуаров, парков, скверов и т.д.

Процесс дислокации сводится к созданию слоя электронной карты города с дорожными ограждениями. Дорожное ограждение на электронной карте отображается линейным объектом с соответствующей семантической информацией.

Программный модуль «ITSGIS. Дислокация ограждений» предоставляет возможность редактирования слоя геоданных «Ограждения» в многопользовательском режиме. Для организации данной возможности реализована система с использованием трехзвенной архитектуры с сервером приложений.

«ITSGIS. Дислокация ограждений» позволяет устанавливать дорожные ограждения на электронную карту города, удалять установленный объект, изменять его местоположение, геометрию и информацию, создавать сводные ведомости и отчеты об установленных объектах.

В качестве платформы разработки данного проекта была выбрана операционная система Microsoft Windows и платформа .NET Framework, язык программирования C#.

Система внедрена и успешно применяется в проектной организации города Самара. Использование данного программного модуля позволило повысить качество и сократить сроки создания геоинформационной базы дорожных ограждений города, сократить сроки и затраты на проведение полевых и камеральных работ.

ДИСЛОКАЦИЯ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ ПО ГЕОВИДЕОМАРШРУТУ

О.К. Головнин, О.А. Япрынцева, О.В. Сапрыкина, А.А. Федосеев

Научный руководитель – Михеева Т.И., д.т.н., профессор

Самарский государственный аэрокосмический университет

имени академика С. П. Королева

(национальный исследовательский университет)

Задача построения дислокации дорожных знаков на электронной карте связана с выполнением двух типов работ: полевых и камеральных. Полевые работы необходимы для исследования дислоцируемого дорожного знака: определения его типа, состояния, типоразмера, месторасположения. Камеральные работы предназначены для обработки результатов исследования и добавления дорожных знаков на специализированный слой геоинформационной системы с указанием геопространственной и семантической информации. Для автоматизации этих работ возможно применение систем, обеспечивающих обнаружение и распознавание дорожных знаков.

Разработан программно-аппаратный комплекс (ПАК), предназначенный для решения задач автоматизации дислокации дорожных знаков на электронной карте в среде геоинформационной системы «ITSGIS». ПАК включает в себя аппаратную и программную части: два или более видеорегистратора и автоматизированную программную систему. Видеорегистраторы предназначены для сбора видеоизображений дороги и дорожных знаков с движущегося транспортного средства с учетом координат движения, записываемых в глобальной системе координат WGS-84. Автоматизированная программная система предназначена для анализа полученных данных.

В процессе функционирования ПАК строится геовидеомаршрут движения транспортного средства, обеспечивающий привязку видеоизображений к текущему глобальному положению в глобальной или местной системе координат.

Автоматизированная программная система, входящая в состав ПАК, способна обнаруживать и классифицировать дорожные знаки по видеоизображениям дороги, выполнять их геопространственную привязку, опираясь на геовидеомаршрут, вносить сведения о распознанных объектах в базу данных геоинформационной системы «ITSGIS», используя для этого сервер приложений.

Обнаружение и распознавание дорожных знаков осуществляется с помощью искусственной многослойной нейронной сети с функциями нечеткого вывода, которая анализирует визуальные характеристики дорожного знака: форму, цвет, пиктограмму, размер. Распознавание знаков осуществляется в два этапа: в первом происходит обнаружение дорожных знаков с помощью их цвета и формы, во втором – классифицируются пиктограммы и размеры для определения типа и других семантических характеристик знака.

Синтезированная нечеткая нейронная сеть частично решила проблемы, возникающие из-за колебаний транспортного средства в процессе съемки (нечеткость, искажение цветов, различная освещенность видеоизображений) и несоответствия дорожных знаков и их расположения стандартам.

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ТРЕХМЕРНОЙ АНИМАЦИИ В ВИРТУАЛЬНОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЕ

К. В. Белов

Научный руководитель – Зеленко Л.С., к.т.н., доцент

**Самарский государственный аэрокосмический университет
имени акад. С.П. Королева (национальный исследовательский
университет) (СГАУ)**

По мере внедрения новых технологий в жизнь современного человека и в образование стало очевидным, что большой поток информации становится очень трудным для восприятия, и достижение определенных результатов в образовании будет напрямую зависеть от способа подачи данной информации. В целях повышения эффективности процесса обучения в последнее время все чаще применяются современные мультимедийные технологии. Одна из таких технологий – *виртуальные миры*, в основе которой лежит реалистичная трехмерная графика и анимация.

На кафедре программных систем СГАУ коллективом авторов разрабатывается виртуальная обучающая система (ВОС), которая использует данную технологию и предоставляет учащимся возможность в игровой форме осваивать учебные курсы. Погружение в виртуальную реальность и игровой подход должны способствовать, по мнению разработчиков, вовлечению учащихся в учебный процесс.

Пользователи ВОС взаимодействуют с объектами виртуального мира при помощи аватара – трехмерного персонажа, с которым они себя ассоциируют. Поскольку камера всегда работает в режиме «от третьего лица», то важной задачей являлось создание реалистичной модели поведения данного персонажа. Для придания аватару правдоподобных движений автором была спроектирована и реализована подсистема, отвечающая за реалистичную визуализацию движений персонажа.

В основе данной подсистемы лежит анимационная модель, реализованная с применением *технологии скелетной анимации*, имитирующей движения суставов в организме реального человека. Набор базовых анимаций (прыжки, бег, ходьба и стойка) были созданы с использованием *метода «захват движения»*, который позволяет в режиме съемки переносить движения с реального человека на спроектированный виртуальный скелет. Трехмерная модель персонажа после привязки к нему данного анимированного виртуального скелета интегрируется в игровой движок Unity3D (на базе которого работает ВОС) для привязки управляющих скриптов, определяющих логику поведения персонажа по нажатию определенной кнопки. Моделирование геометрии, выходящей за рамки графических примитивов, а также создание и анимация моделей персонажей, «подгонка» анимации под конкретного персонажа выполнялась в трехмерном графическом редакторе Blender, который является очень функциональным инструментом для скелетной анимации и распространяется бесплатно. Подготовка базовых анимаций осуществлялась при помощи редактора BVHacker.

ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ ОПТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ РУКОПИСНЫХ СИМВОЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНС

Р. Ю. Дахно

Научный руководитель – Верхова Г.В., д.т.н., профессор

**Санкт-Петербургский государственный университет
телекоммуникаций имени профессора М.А. Бонч-Бруевича**

Научный консультант – Василишин И.И., к.т.н., доцент

**Северный (Арктический) федеральный университет имени
М.В. Ломоносова**

Наиболее эффективное решение задачи распознавания рукописных символов представляется в виде алгоритма функционального процесса технического зрения, основным модулем которого является модуль математического анализа [1]. Расширяя алгоритм функционального процесса технического зрения статистическими параметрами рукописных текстов, выполнено расширение модуля математического анализа и создана электронная технология обработки рукописных текстов [2].

Особенностями распознавания рукописных текстов, в отличие от печатных, являются многообразие вариантов написания одних и тех же букв, пространственные искажения линии строки, случайная сегментация линий символов и символов в словах [3], что предъявляет повышенные требования к электронным технологиям обработки рукописных текстов.

Адаптивность электронных технологий к многообразию вариантов написания символов обеспечивается посредством математической трансформации отсканированного изображения символа. Данный процесс, в электронной технологии обработки рукописного текста, использует функциональный метод, состоящий из нескольких итераций, как показано на рисунке. Каждая итерация включает в себя цикл, состоящий из последовательных:

- утолщений, показанных на рисунке б), поглощающих индивидуальные особенности линий символа, выраженных в разрывах и двойных линиях, показанных на рисунке а);
- утоньшений, показанных на рисунке в), приводящих символ к обобщенному виду.

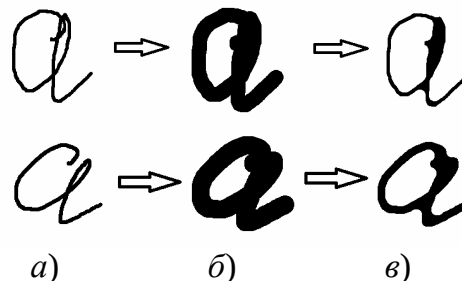


Рис.1. Итерации функционального метода применительно к рукописным символам: а) исходный образец; б) трансформация посредством утолщения; в) трансформация посредством утоньшения

Применяемый функциональный метод заключается в том, что при последовательном выполнении операций утолщения и утоньшения линий

символа параметры каждой итерации изменяются в соответствии с вложенной функцией, что приводит к качественному преобразованию образа символа. Данное преобразование обеспечивает формирование обобщенного вида буквы из исходного образца рукописного символа. Обобщенный вид позволяет повысить точность и эффективность процесса идентификации буквы в алфавите распознаваемого языка посредством применения искусственной нейронной сети (ИНС).

Для обеспечения высокой точности распознавания символов ИНС должна соответствовать требованиям:

- целостности – каждый символ воспринимается как совокупность линий и двумерных соотношений между ними;
- целенаправленности – отождествления обобщенного символа с существующим в алфавите распознаваемого языка;
- адаптивности – применение ИНС обеспечивает накопление, обработку и многократное использование ранее полученной информации о рукописных символах;
- устойчивости – при различных вариантах написания одного и того же символа метод должен давать один и тот же результат.

Применение функционального метода оптического распознавания рукописных символов возможно при использовании любого вида ИНС, удовлетворяющей предъявленным требованиям. Итерации, при распознавании, обеспечивают достаточную эффективность идентификации символа в тексте.

Библиографический список

1. Василишин И. И., Дахно Р.Ю., Ястребов А.С. Распознавание почерка функциональный процесс технического зрения. // 62-я науч.-техн. конф.: материалы / ГОУВПО СПбГУТ. СПб., 2010. С. 275-278.
2. Дахно Р.Ю., Василишин И. И., Ястребов А.С. Электронная технология обработки рукописных текстов. // Оптико-электронные приборы и устройства в системах распознавания образов, обработки изображений и символьной информации. Распознавание 2012: сб. матер. X Междунар. Науч.-техн. конф., Юго-Зап. Гос. Ун-т. Курск, 2012. С. 156-157.
3. Колонутова, А. И. Описание частных признаков почерка / А. И. Колонутова, П. Г. Кулагин. М.: Изд. ВНИИ МВД СССР, 1971. 40 с.

СЕГМЕНТАЦИИ ВРЕМЕННОГО ПОЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ЦВНС

В. Б. Елсуков

Научный руководитель – Верхова Г.В., д.т.н., профессор

**Санкт-Петербургский государственный университет
телекоммуникаций имени профессора М.А. Бонч-Бруевича**

Научный консультант – Василюшин И.И., к.т.н., доцент

**Северный (Арктический) федеральный университет имени
М.В. Ломоносова**

Являясь высокоэффективным инструментом анализа данных, искусственная нейронная сеть (ИНС) нашла своё применение не только в системах прогнозирования и диагностирования, но и при анализе графологических правил рукописного текста [1]. В процессе разработки архитектуры ИНС была предложена нейросетевая технология, использующая в качестве решающего модуля центрально-взвешенную нейронную сеть (ЦВНС) [2].

Одним из достоинств разработанной ЦВНС является автоматическая возможность разделения входящих данных по формальным признакам с последующей организацией многопоточной обработки этих данных сетью. При этом структура ЦВНС, как одного из видов ИНС, остаётся целостной, без её разделения на подсети, а итерации вычислений распространяются на всю сеть целиком и воспринимаются, по необходимости, каждым сегментом C_i , представленным окружностью на рисунке. Функциональная целостность структуры ЦВНС, при организации многопоточной обработки данных, определяет возможность автоматической перестройки сети при изменении формальных признаков входящих данных.

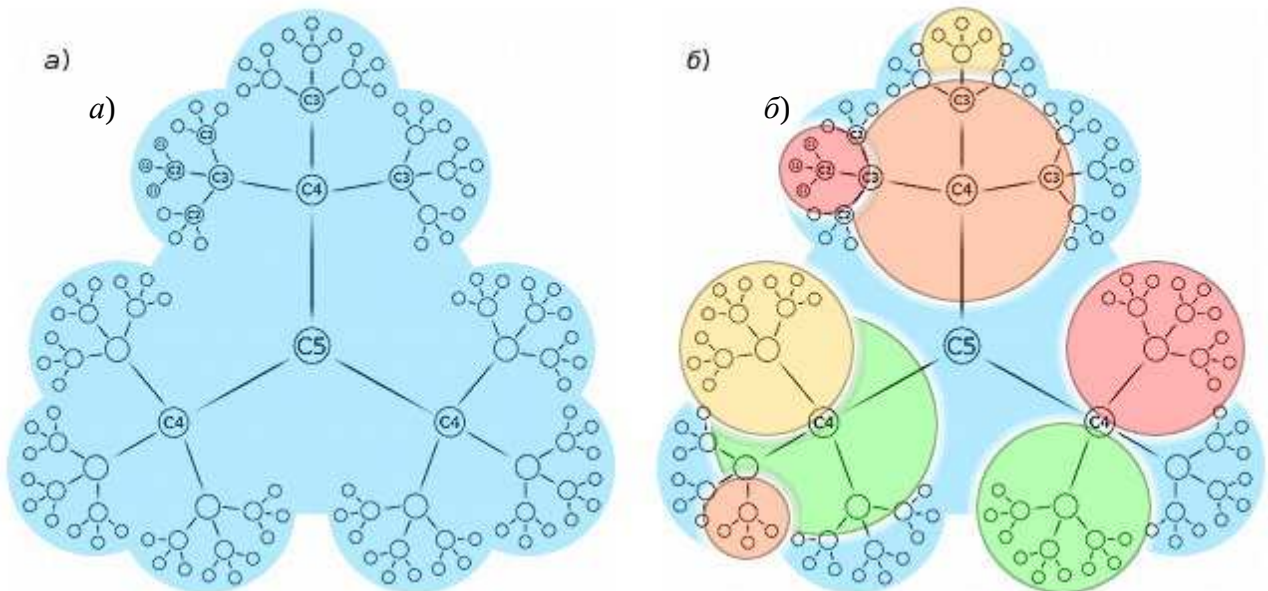


Рис.1. Двумерное графическое изображение структурной модели ЦВНС:
а) исходное, монохроматическое изображение (низшего градиента);
б) цветное изображение, с наложением сегментов временного поля обработки данных (градации $C_1 - C_5$, где: C_1 – низший градиент)

Ввиду достаточной сложности и «программной скрытности» организации многопоточной обработки данных ЦВНС, требуется проверить гибкость

принятого решения. (Корректность решения определяется результатом!) Для проверки гибкости такого решения предложено: *на монохроматичное исходное двумерное графическое изображение структурной модели ЦВНС накладывать изображение цветное, представляющее формирующиеся во времени сегменты многопоточной обработки данных.* Ввиду автоматического формирования сегментов, предложено название метода **«временное поле обработки данных»**.

Временное поле обработки данных (ВПОД), в соответствии с формальными признаками входящей информации, автоматически образует двумерную графическую структуру, фиксирующую относительную периодичность обработки данных каждым нейроном ЦВНС. В соответствии с итерациями каждого нейрона, возможны два вида окраски графического изображения двумерной структурной модели ЦВНС:

- монохроматичным цветом низшего градиента - при обработке данных всей сетью за одну итерацию, градиент С5 на рисунке а);
- разными цветами - отображающими относительное количество итераций для каждого участка одинакового цвета, градации С1- С5 на рисунке б).

Принятый метод ВПОД, представляющий разноцветную подкраску структурной модели ЦВНС, может быть перенесён на любой вид НС. Кроме того аналогичным способом могут накладываться двумерные структуры НС и для других целей, например, для:

- выявления распространения сбоев сети;
- определения загруженности сегментов сети;
- вычисления затрат времени при передаче данных между структурными элементами сети.

Введение метода ВПОД, в работу ЦВНС, позволяет зрительно оценить как количество потоков обрабатываемой информации, так и загруженность каждого из потоков в сети. Наличие такой зрительной оценки выявляет «узкие места» ещё на этапе проектирования НС, что важно для инженеров, проектирующих систему обработки данных.

Библиографический список

1. Василишин И. И., Елсуков В.Б., Ястребов А.С. Анализ графологических правил нейронными сетями. // 62-я науч.-техн. конф.: материалы / ГОУВПО СПбГУТ. - СПб., 2010. С. 272-275.
2. Елсуков В.Б., Василишин И. И., Верхова Г.В. Нейросетевая технология определения психофизических качеств личности на основе рукописного текста. // Оптико-электронные приборы и устройства в системах распознавания образов, обработки изображений и символьной информации. Распознавание. 2012: сб. матер. X Междунар. Науч.-техн. конф., Юго-Зап. Гос. Ун-т. Курск, 2012. С. 158-159.

МОДЕЛЬ НЕЙРОНЕЧЕТКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ В КОД НА ОСНОВЕ КВАДРАТИЧНЫХ ФУНКЦИЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

Н.И. Макарова

Научный руководитель – Челебаев С.В., к.т.н., доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет

При решении многих прикладных задач приходится сталкиваться с неопределенностью, недостаточностью или даже отсутствием информации о некоторых характеристиках проектируемой системы. В связи с этим возникает необходимость применения теории нечетких множеств, где функция принадлежности элемента множеству не бинарна, а может принимать любое значение в диапазоне от 0-1.

Нечеткая логика является наиболее перспективным аппаратом для реализации устройств преобразования, в том числе преобразователей частоты в цифровой код [1].

В работе [2] была предложена структура нейронечеткого преобразователя частоты в код на базе «треугольных» правил, построенных на основе двух прямых. Однако, с целью уменьшения погрешности преобразования в данной работе предлагается заменить треугольную функцию принадлежности на квадратичную. Ее вид показан на рисунке 1.

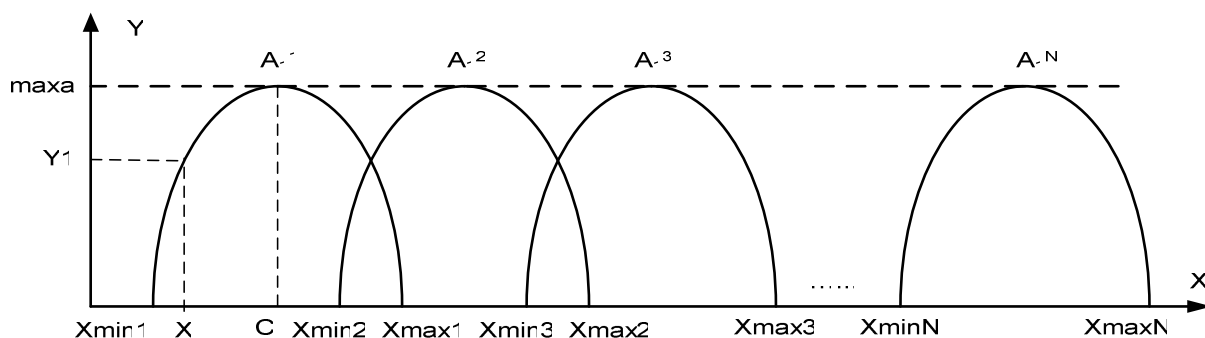


Рис.1. Определение правил для преобразователя «частота – код»

Каждое правило (см. рисунок 1) задается следующим образом:

$$\begin{aligned} A_1^1 &= A \cdot (X - C_1)^2 + \max a_1 \\ &\dots \\ A_1^N &= A \cdot (X - C_N)^2 + \max a_N \end{aligned} \quad (1)$$

В системе (1) в качестве X выступает входная преобразуемая частота f_x . Вторым входом является эталон преобразования f_0 .

На вход нечеткого модуля подается сигнал x . Необходимо определить выходной сигнал модуля.

Для правила $R^{(1)}$ рассчитываем

$$\mu_{A_1^1}(x), \dots, \mu_{A_1^N}(x). \quad (2)$$

На основе выражений (2) рассчитываются весовые коэффициенты:

$$w^1 = \mu_{A_1^1}(x), \dots, w^N = \mu_{A_1^N}(x).$$

Далее рассчитываются выходные сигналы:

$$y_1 = f^{(1)}(x_1, x_2, \dots, x_n), \dots, y_N = f^{(N)}(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (3)$$

Нейронечеткая структура преобразователя представлена на рисунке 2.

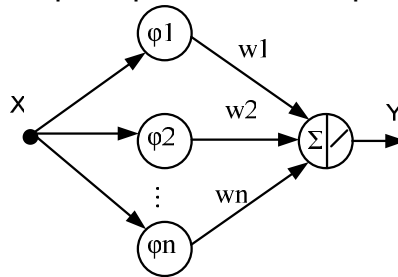


Рис.2. Нейронная реализация преобразователя

Выходной сигнал модуля нечеткого управления Такаги - Сугено представляет собой нормализованную взвешенную сумму отдельных выходов

$$y = \frac{\sum_{k=1}^N w^k y_k}{\sum_{k=1}^N w^k} \quad (4)$$

Структура преобразователя представлена на рисунке 3.

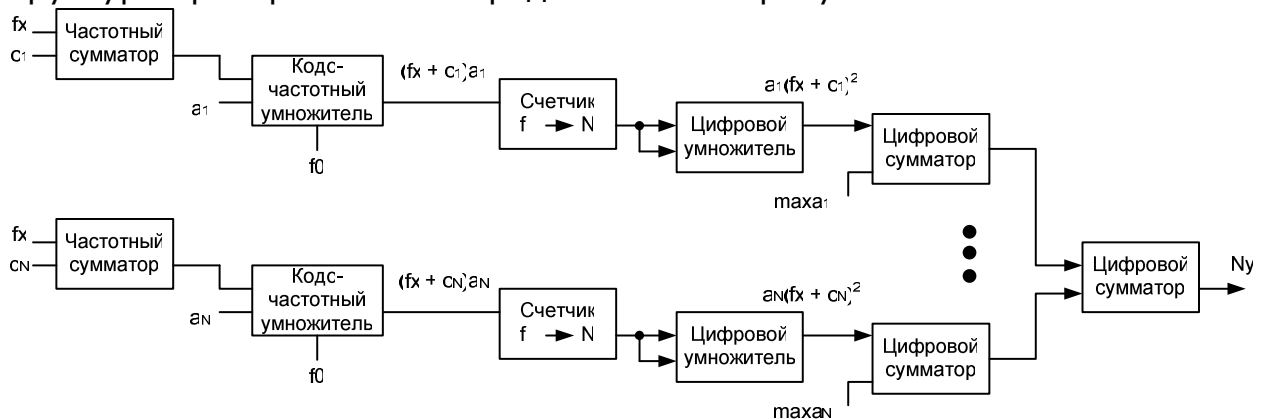


Рис.3. Структурная схема преобразователя

На рисунке 3 выходной код обозначен как N_y .

На основе предложенной структуры построен нейронечеткий преобразователь частоты в код, реализующий зависимость вида $y = \sin(\pi x / 2)$.

Погрешность преобразования данной модели на основе квадратичной функции принадлежности по сравнению с преобразователем [2] для 4 нейронов уменьшилась приблизительно на 10%.

Библиографический список

1. Рутовская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. М.: Горячая линия – Телеком, 2008. – 452с.:ил
2. Макарова Н.И. Структура преобразователя частоты в код на основе алгоритма нечеткого вывода Такаги – Сугено // Материалы докладов

Всероссийской научно – технической конференции «Биомедсистемы - 2011». Рязань, 2012. Т.2. с. 248-251.

ГРАММАТИКИ ГРАФОВОЙ ГЕНЕРАЦИИ КИТАНО В ЗАДАЧАХ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ПРЯМОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ

М.В. Акинин

Научный руководитель — Ю.В. Конкин, к.т.н., доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматривается вопрос поиска оптимальной структуры нейронной сети прямого распространения с помощью генетического алгоритма и грамматик графовой генерации Китано, используемых для описания структуры нейронной сети.

Важным параметром функционирования нейронной сети прямого распространения, непосредственно влияющим на качество выполняемой ею классификации образов из предметной области, выполняемой ею, является структура сети — количество нейронов и наличие связей между ними.

Одним из подходов к поиску оптимальной структуры нейронной сети прямого распространения является использование генетического алгоритма как универсального алгоритма оптимизации. В качестве критерия оптимальности в данном случае используется минимальность усредненного функционала ошибки нейронной сети на некотором тестовом множестве образов.

Существенная сложность применения генетического алгоритма для решения поставленной задачи заключается в выборе способа кодирования структуры нейронной сети. В частности, к таковому способу предъявляются следующие требования: компактность кодовой последовательности, простота конструирования сети из ее кода, способность кодировать максимально большой диапазон типов нейронных сетей прямого распространения. Одним из способов кодирования структуры нейронной сети, удовлетворяющим всем перечисленным требованиям, являются грамматики графовой генерации Китано. Грамматики графовой генерации Китано предполагают кодирование структуры нейронной сети прямого распространения в виде набора правил вывода, а восстановление сети из кода — как развертку правил в матрицу смежности графа, задающего наличие синапсов в сети.

В настоящем докладе приводятся результаты эксперимента, демонстрирующего пригодность генетического алгоритма и грамматик графовой генерации Китано для поиска оптимальной структуры нейронной сети прямого распространения в задачах классификации текстур на спутниковых снимках.

АНАЛИЗ ПРИМЕНИМОСТИ КОНЦЕПЦИЙ РЕАЛИЗАЦИИ ЦИФРОВЫХ ССШС В ПОРТАТИВНЫХ УСТРОЙСТВАХ

А.Е. Кисельников, Ю.В. Полянин, В.С. Якушев

Научный руководитель – А.Л. Приоров, д.т.н., доцент

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Системы связи с широким спектром (ССШС) начали развиваться еще в двадцатых годах прошлого столетия, и основное применение нашли в военных системах связи, основными требованиями к которым являются скрытность передачи и устойчивость к влиянию помех. Рассмотрим возможность создания портативных устройств военного и двойного назначения на основе ССШС.

Чтобы система связи имела оптимальные показатели и была конкурентоспособна в условиях рынка, нужно выбрать концепцию её реализации, которая будет оптимальна для решения задач, стоящих перед ней связи.

Обозначим спектр решаемых задач.

Система связи должна обеспечивать тактическую радиосвязь в УКВ диапазоне на дальности до 5 километров. Из этой задачи вытекают следующие требования к системе.

1. Трансивер должен иметь малые габариты, быть легким и удобным в переноске, стойким к механическим воздействиям.

2. Время работы трансивера от одного аккумулятора должно быть максимально увеличено.

3. Антенно-фидерное устройство должно быть компактным и не мешать передвижению, а так же обеспечивать высокие показатели по следующим параметрам: коэффициент стоячей волны КСВ, коэффициент отражения.

4. Трансивер должен уверенно работать в условиях леса и холмистой местности на дальности 1,5 -2 километра.

Следующей задачей является образование помехоустойчивого радио канала управления мобильными платформами. Эта задача требует от системы возможности работать в дуплексном режиме.

Последней задачей трансивера является передача данных. Для ее решения требуется выполнение следующих требований.

1. Работа в УКВ ДМ диапазоне, передача данных в более низких диапазонах частот является не целесообразной, в связи с крайне низкой максимально возможной скоростью передачи.

2. Иметь возможность сопряжения с аппаратурой передачи данных АПД по средствам контактных (разъемов) или беспроводных интерфейсов (Blue-tooth, Wi-Fi).

3. Иметь возможность передавать цифровую информацию (стоит отметить, что трансивер изначально разрабатывается для этой задачи).

Обозначив спектр решаемых задач, и выдвинув основные требования к характеристикам приемо-передатчика, следует составить список критериев, по которым будет отбираться оптимальная схема реализации.

1. Минимальное токопотребление.

2. Снижение к требованиям усилительного тракта.

3. Снижение требований к характеристика антенно-фидерного тракта.

4. Максимальная простота реализации, возможность максимальной интеграции элементов устройства.

Анализируя поочередно концепции реализации можно сделать вывод, что широкополосные системы связи с передачей опорного сигнала (СПОС) энергетически не эффективны, поскольку в них наряду с информационным передается опорный сигнал, не несущий в себе никакой информации. Также в условиях современной радиоэлектронной борьбы подобные системы малоэффективны.

Система с фильтрами (схема Костаса-Видмана) имеет два основных недостатка: сложность в реализации и высокие требования к антенно-фидерному тракту. Остается схема с хранением опорного сигнала. Системы связи работающие по схеме с хранением опорного сигнала (СХОС) достаточно просты в реализации, легко входят в режим синхронизма (поскольку опорный сигнал хранится непосредственно в приемнике). Также подобные системы могут успешно противостоять средствам радиоэлектронного подавления.

Что же касается непосредственно метода расширения спектра (т.е. пути реализации ССШС) была выбрана по нескольким причинам, назовем основные из них.

1. Возможность связи с уже эксплуатирующимися радиостанциями, поскольку реализация на аппаратной платформе пЛИС позволяет программным образом изменить как сетку частот, так и алгоритм перестройки.

2. Максимальная простота реализации подобной технологии, что максимально подходит для портативных радиостанций, поскольку позволяет уменьшить габариты и вес, а также требования к элементной базе, что позволит снизить стоимость изделия в будущем, а это не маловажно в условиях рынка.

3. Усилительный каскад в режиме ППРЧ потребляет мощность, сравнимую с потреблением радиостанций тактического звена управления в одноканальном режиме.

Заключение. Из всех возможных способов реализации и конкретных инженерно-технических решений, реализации широкополосных систем связи предназначенных для тактического звена управления оптимальными являются концепция «схема СХОС» совместно с технологией расширения спектра путем ППРЧ.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ К ШУМАМ В ЗАДАЧЕ РАСПОЗНАВАНИЯ СИМВОЛОВ

И.Н. Трапезников, Д.В. Федорин, В.А. Петров, А.А. Носков

Научный руководитель – А.Л. Приоров, д.т.н., доцент

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Существующие методы распознавания можно разделить на методы использующие предварительно построенные шаблоны и методы основанные на обучении. Использование методов машинного обучения обеспечивает более высокую точность распознавания. Но при этом возрастает время вычислений. В данной работе исследуется влияние различных типов шума на такие алгоритмы машинного обучения как логистическая регрессия и случайный лес (Random Forest).

Логистическая регрессия

Логистическая регрессия (ЛР) применяется для предсказания вероятности возникновения некоторого события по значениям множества признаков. Линейно этого добиться невозможно, поэтому применяется специальная функция, называемая логистической. Функция имеет следующий вид:

$$g(z) = \frac{1}{1 + e^{-z}} \quad (1)$$

Логистическая регрессия – это статистическая модель, используемая для предсказания вероятности возникновения некоторого события путем преобразования данных к логистической кривой. Результат работы классификатора можно расценивать как вероятность принадлежности объекта к классу. В качестве отличительных признаков изображений могут быть использованы векторы, составленные, как из пикселей самого изображения, так и составленные из главных компонент.

Случайный лес (Random Forest)

В данной работе используется классификатор, построенный на основе алгоритма Random Forest. Random Forest – это комитетный метод классификации, состоящий из множества классификационных деревьев. Каждое дерево обучается на случайном подмножестве признаков.

Классификация объектов, подаваемых на вход комитета распознавателей, производится путём голосования: каждое дерево относит классифицируемый объект к одному из известных ему классов, общее решение принимается в пользу того класса, который получил наибольшее количество голосов.

Сравнение алгоритмов

Входными данными для модели являются сегментированные фрагменты пластины, каждый из которых содержит ровно один символ. Считается, что детектирование формата номера также произведено и все фрагменты приведены к полутоновому виду. Все изображения приводятся к формату 20x20 точек. Результатом работы алгоритма является метка класса, а именно символ, соответствующий начертанию на изображении. Таким образом, вероятностью распознавания будем считать количество верно выставленных алгоритмом меток класса, относительно всего числа объектов тестовых данных.

Модели шума

Аддитивный белый гауссовский шум – характеризуется равномерной спектральной плотностью, нормально распределённым значением амплитуды и аддитивным способом воздействия на изображение. Он характеризуется математическим ожиданием и дисперсией. В данной работе математическое ожидание полагалось равным нулю.

Характерным шумом для полутонового изображения является импульсный высокочастотный шум типа соль-перец. Этот тип шума определяется плотностью шума d , которая равна доле искаженных пикселей.

Кроме того, для полученных с помощью систем видеонаблюдения изображений характерен спекл-шум (Speckle). Спекл-шум возникает вследствие интерференции света, рассеиваемого отдельными шероховатостями объекта. Этот тип шума является мультипликативным и описывается дисперсией.

Исследование проводилось при различных значениях дисперсии, в

таблице 1 представлено сравнение алгоритмов для исследуемых шумов с дисперсией 0,2.

Таблица 1. Результаты тестирования алгоритмов

Алгоритмы		Размер обучающей выборки					
		5	10	20	30	40	50
ЛР для всех пикселей	Без шума	97,0	98,4	99,1	99,1	99,3	99,3
	АБГШ	75,2	76,4	77,3	75,9	76,6	77,5
	Соль-перец	89,8	91,1	91,8	92,1	91,4	92,7
	Спекл	93,9	96,4	97,5	98,0	98,2	98,2
ЛР для главных компонент	Без шума	97,3	98,6	99,1	99,1	99,3	99,1
	АБГШ	71,4	73,0	73,9	76,1	76,8	76,8
	Соль-перец	88,0	91,1	90,2	91,4	91,8	92,7
	Спекл	92,3	93,9	93,9	94,6	95,7	95,9
Случайный лес для всех пикселей	Без шума	96,1	96,8	97,5	98,0	98,0	98,2
	АБГШ	73,9	79,3	79,6	80,2	79,7	81,1
	Соль-перец	90,7	93,8	94,7	95,6	96,4	96,2
	Спекл	91,7	93,1	95,1	95,5	95,91	96,2
Случайный лес для главных компонент	Без шума	96,1	96,8	97,5	98,0	98,0	98,2
	АБГШ	74	71,5	80,8	79,7	81,7	81
	Соль-перец	87,3	87,1	92,9	92,2	94	93,3
	Спекл	92,4	92,3	95,3	95,4	96,5	96,9

Как видно из таблицы 1 алгоритм «случайный лес» показал лучшую устойчивость к шумам типа соль-перец и АБГШ, по сравнению с алгоритмом логистической регрессии для обоих типов признаков. Однако, логистическая регрессия более устойчива к спекл-шуму.

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ МОБИЛЬНОГО ПАРАЛЛЕЛЬНОГО КОДА В МНОГОЯДЕРНОЙ СРЕДЕ

Бакулев А.В., Бакулева М.А.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Большое разнообразие существующих сегодня архитектурных платформ, операционных систем (ОС), использующих многоядерные процессоры, а также технологий и языков программирования, положенных в основу последовательного ПО, заставляет искать решение указанной задачи для каждой из них в отдельности. Это создает вторую проблему — проблему переносимости параллельных программ, то есть ставит задачу приведения ПО в соответствие с требованием мобильности. Термин мобильное ПО (portable software) подразумевает программы, которые могут быть откомпилированы и корректно выполнены на вычислительных системах (ВС) с различной архитектурой, без каких-либо изменений.

Актуальным представляется создание доступных инструментальных средств для разработки мобильного параллельного программного обеспечения, ориентированного на различные многоядерные архитектуры, а

также библиотек параллельных подпрограмм, реализующих базовые алгоритмы обработки данных.

Для организации исполнения мобильного параллельного промежуточного кода разработаны программные модули, представляющие из себя прототип среды исполнения параллельной виртуальной машины (рис.1).

Модуль загрузки параллельного промежуточного кода принимает на вход промежуточный код [1,2,3]. Модуль статического распараллеливания осуществляет синтез параллельной реализации программы в соответствии с разработанными алгоритмами [5]. Модуль динамического планирования исполнения параллельных потоков реализует алгоритмы спекулятивной многопоточной обработки [6].

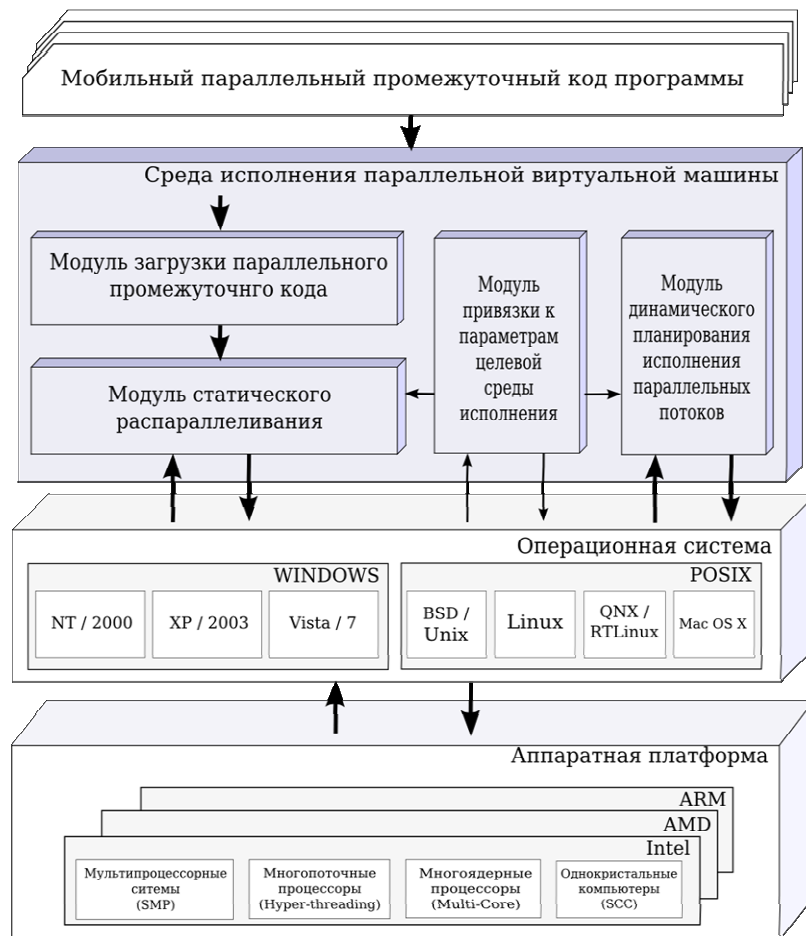


Рис.1. Программные средства поддержки этапа исполнения мобильного параллельного промежуточного кода

Представленные программные модули были разработаны на языке C++ в кроссплатформенной среде QT 4.6 с компилятором GCC 4.4.0, что в свою очередь позволило создать прототип среды исполнения параллельной виртуальной машины для семейства ОС Windows и для семейства Posix-совместимых ОС.

Для оценки разработанных программных средств были проведены эксперименты. Был получен параллельный промежуточный код C++ программы (LZW) архивации файлов по методу LZW и параллельный промежуточ-

ный код Паскаль-программы (OLAP) реализации алгоритмов оперативного анализа, основанных на кратномасштабном представлении данных [6].

С помощью разработанных программных модулей, в соответствии со схемой рис.1, было организовано многопоточное исполнение параллельного промежуточного кода этих программ в среде ОС Window XP и Mandriva Linux 2010.1 на ВС с двухъядерным процессором Intel Core 2 Duo E7200 и 4-х ядерным процессором AMD Phenom X4 9650.

Библиографический список

1. Бакулев А.В., Бакулева М.А. Алгоритм исключения операторов выхода за пределы ветви управляющей конструкции в произвольной точке//Тез. докл. 14-ой Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов "Новые информационные технологии в научных исследованиях и в образовании". - Рязань: РГРТУ, 2009. С. 191-192.
2. Бакулев А.В., Бакулева М.А. Алгоритм выделения параллельных регионов на основе управляющей структуры программы// Информационные технологии: Межвузовский сборник научных трудов. Рязань: РГРТУ, 2011. С. 27-30.
3. Бакулев А.В., Бакулева М.А. Использование метода спекулятивной многопоточности для динамического распараллеливания последовательных программ//Сборник 16-ой Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов «Новые информационные технологии в научных исследованиях». – Рязань: РГРТУ, 2011. С. 145-146.
4. Бакулева М.А. Применение вейвлет-преобразований для представления данных хранилища//Вестник РГРТА. — 2006. — №18
5. Бакулева М.А. Применение вейвлет-преобразования для анализа данных хранилища. Вестник РГРТУ. Научно-технический журнал. Выпуск 21. Рязань: РГРТУ, 2007. С. 57-60.
6. Бакулев А.В., Бакулева М.А. Параллельная реализация алгоритмов оперативного анализа, основанных на кратномасштабном представлении данных хранилища. Информационные технологии и телекоммуникации в образовании и науке. Межвуз. сб. научн. трудов. Рязань: РГРТА, 2006.

Секция 12
Информационные технологии в промышленности

**ВАРИАНТЫ ПЛЕНОЧНЫХ РЕЗИСТОРОВ С ЭЛЕМЕНТАМИ ПОДГОНКИ И
ИХ СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ**

А. М. Баталова, А.И. Архипов

Научный руководитель – Дмитриев В.Д., к.т.н., доцент

**Самарский государственный аэрокосмический университет
им.С.П.Королева**

В данной работе создана математическая модель и алгоритмы вариантов подгонки пленочного резистора.

В докладе рассматриваются два вида пленочных резисторов с подгоночными секциями: известной (рисунок 1,а) и предлагаемой нами (рисунок 1,б) конструкций.

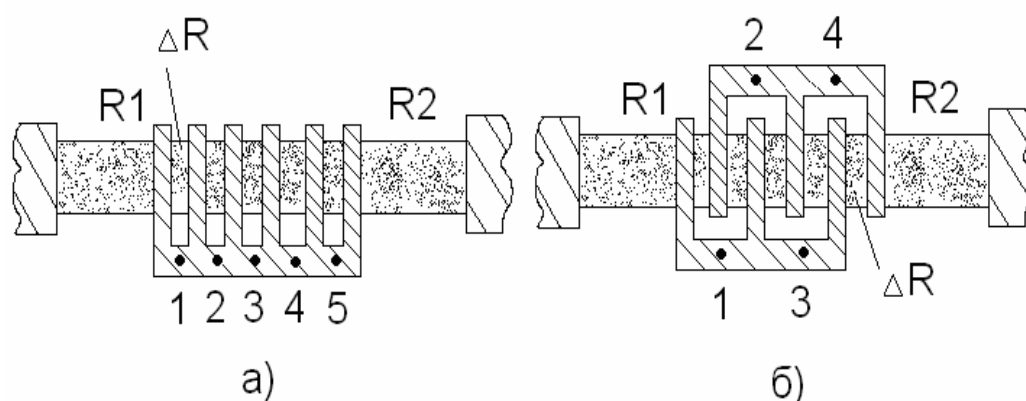


Рис.1. Конструкции пленочных резисторов с подгоночными секциям
а) известная, б) предлагаемая; 1,2, 3, 4, 5- точки разрыва

Подгонка в них осуществляется последовательным разрывом перемычек подгоночных секций, приводящих к увеличению исходного значения сопротивления. Исходное общее сопротивление конструкции рисунка 1,а, равно $R_0 = R_1 + R_2$. После каждого разрыва перемычек со стороны резистора R_1 или R_2 к значению R_0 прибавляется ΔR : $R_0 + \Delta R$. Полное значение сопротивления R при разрыве $n - 1$ перемычек составляет

$$R = R_0 + \sum_{i=1}^{n-1} \Delta R_i \quad (1)$$

где ΔR_i - сопротивление i -ой секции.

Конструкция резистора (рисунок 1,б) содержит то же количество подгоночных секций, но число перемычек относительно известной конструкции (рисунок 1,а) разделены на две части и каждая из них расположена на противоположных краях резистивной пленки. При этом эквивалентная электрическая схема представляется в виде (рисунок 2, а или рисунок 2,б).

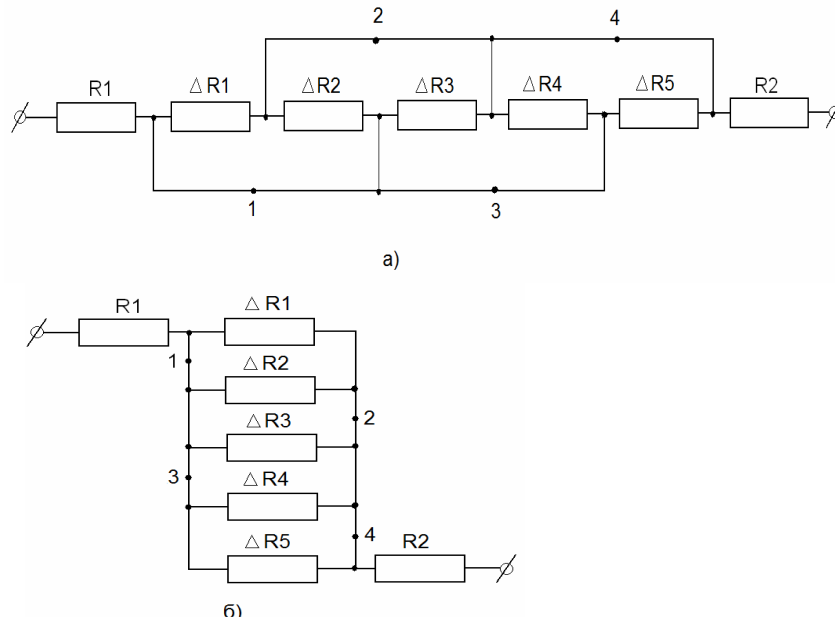


Рис.2. Эквивалентные схемы резистора с подгоночными секциями

Общее сопротивление данного резистора в исходном состоянии при одинаковых значениях ΔR - ($\Delta R_1 = \Delta R_2 = \Delta R_3 = \Delta R_4 = \Delta R_5$) составляет

$$R = R_0 + \frac{\Delta R}{m}, \quad (2)$$

где $R_0 = R_1 + R_2$, m – количество подгоночных секций.

Слагаемое в виде $\frac{\Delta R}{m}$ действительно для исходного состояния, так как от алгоритма подгонки эта зависимость видоизменяется.

В работе приведена количественная оценка параметров резистора по рисунку 1,б для различных его подвариантов в зависимости от точек разрыва. Дается гистограмма для относительного сравнения по точности подгонки.

Библиографический список

1. Коледов Л.А. Технология и конструкции микросхем, микропроцессов и микросброк. – М.: Лань, 2007. – 400с.
2. Актуальные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций/ Материала всероссийской научно-технической конференции, 12-14 мая 2009 г. – Самара: СГАУ, 2009. – с.92-97.

ВИРТУАЛЬНЫЙ ПРИБОР ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК АКТИВНЫХ ФИЛЬТРОВ

А.С. Сахаров

Научный руководитель – Рязанов А.В., к.т.н., доцент

Арзамасский политехнический институт (филиал)

НГТУ им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время на предприятиях и в учебных заведениях высшего профессионального образования для выполнения измерений, наблюдений и контроля сложных физико-технических процессов широко используются автономные измерительные устройства.

Зачастую такие устройства являются громоздкими, дорогостоящими и быстро морально устаревают. В результате этого, человек, проводящий те или иные измерения, подчас испытывает дискомфорт и скованность в движении. Это, несомненно, сказывается как на скорости проведения измерений, так и на их точности.

В тоже время, мощность и доступность современных компьютеров позволяют использовать их для реализации алгоритмов, заложенных в традиционных измерительных приборах [1]. На данный момент существуют различные системы программных средств, позволяющие создавать виртуальные измерительные приборы, которые способны заменить большинство из существующих автономных измерительных устройств [1]. Поскольку функциональные характеристики системы, построенной на базе виртуальных приборов, определяются программным обеспечением, плата АЦП/ЦАП может быть одновременно и вольтметром, и осциллографом, и генератором, и тензометром и каким угодно другим прибором, экономя рабочее пространство и средства пользователя [1].

Авторами было принято решение использовать в качестве среды разработки виртуальных измерительных приборов LabVIEW фирмы National Instruments (США) [1,3].

При выборе аппаратных средств, в частности многофункциональной платы аналогового и цифрового ввода-вывода использовалась плата PCI-6251, предназначенная для установки в ПК, оснащенные интерфейсом PCI. В качестве шасси для сборки схемы фильтра использовался макетный коннектор SC-2075, аппаратно совместимый с выбранным АЦП. Эти устройства, выпускаемые компанией National Instruments, сравнительно дешевы [3] и хорошо подходят для решения измерительных задач.

Для решения поставленной задачи в среде LabVIEW был разработан виртуальный прибор, с помощью которого можно отслеживать выходное напряжение при изменении частоты и амплитуды входного сигнала. Передняя панель разработанного виртуального прибора в рабочем состоянии представлена на рис. 1. Она представляет собой комбинацию двух субпанелей.

На левой субпанели представлены устройства управления выходным сигналом макетного коннектора, рабочие каналы и элементы индикации питания и ошибки виртуального прибора. Ручки «Частота» и «Входное напряжение», предназначены для управления сигналом, который подается на выходной канал макетного коннектора, а далее на вход ФНЧ. В поле «Параметры канала» с помощью выпадающих списков осуществляется выбор входного и выходного каналов, с которыми будет работать (принимать и

выводить сигналы) макетный коннектор. Для обозначения работы прибора используется круглый светодиодный индикатор «Питание». При возникновении ошибки выполнения виртуального прибора он будет остановлен с соответствующим информационным сообщением и загорится индикатор «Ошибка».

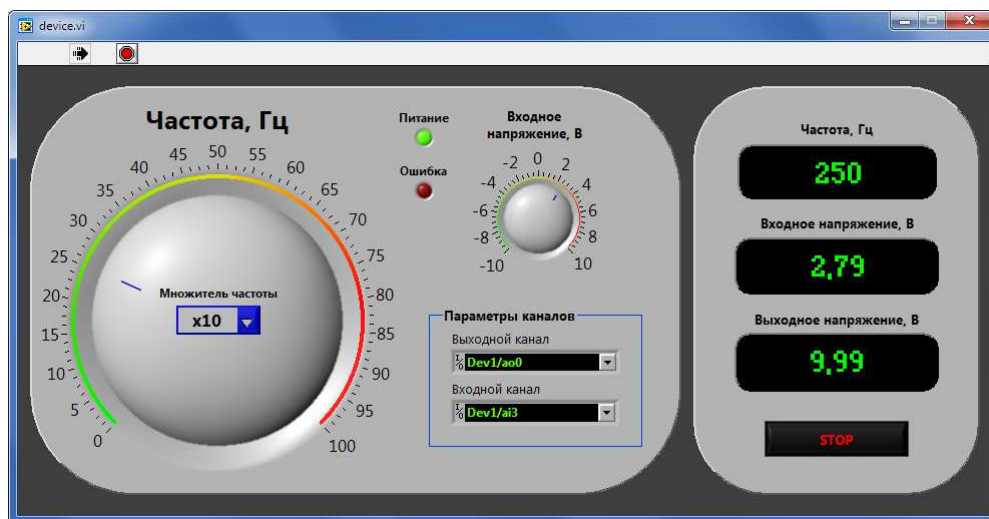


Рис.1. Передняя панель виртуального прибора

На правой субпанели располагаются цифровые элементы индикации параметров входного и выходного сигналов ФНЧ и кнопка корректной остановки виртуального прибора «STOP».

Блок-схема виртуального прибора состоит из двух основных подприборов (SubVI): Gen_Voltage.vi и Acq_Voltage.vi. Они были разработаны путем модификации известных базовых схем. Gen_Voltage.vi предназначен для создания и вывода на макетный коннектор напряжения с заданными характеристиками. После этого, напряжение подается на вход макета, проходит через ФНЧ и попадает на один из входов макетного коннектора. Acq_Voltage.vi предназначен для измерения параметров сигнала на указанном входе. Далее из полученных параметров сигнала выделяется требуемая характеристика и представляется в графической форме.

В результате сравнения экспериментальных данных, полученных с помощью разработанного виртуального прибора и физических измерительных приборов (низкочастотный генератор сигналов ГЗ-112/1 и мультиметр APPA 207), было получено, что погрешность измерения виртуального прибора не превышает погрешности физических приборов, в то время как используемое рабочее пространство сокращается на 15,6 дм². На основании этого можно сделать вывод о приоритетности использования виртуальных измерительных приборов в образовательном процессе.

Библиографический список

1. Автоматизация физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW 7 / Под ред. Бутырина П.А. - М.: ДМК Пресс, 2005. - 264с.
2. Батоврин В.К. LabVIEW: практикум по электронике и микропроцессорной технике: Учебное пособие для вузов. - М.: ДМК Пресс, 2005. - 182 с.
3. <http://ni.com/>

РАЗРАБОТКА СПРАВОЧНО-ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Е. И. Шумская

Научный руководитель – Прудинский Г. А., к.т.н., доцент

Национальный Минерально-Сырьевой Университет «Горный»

Современный этап общественного развития характеризуется все более глубоким проникновением процессов информатизации. Применение новейших информационных технологий позволяет усовершенствовать механизмы управления, что в свою очередь приводит к росту производства и, как следствие, к повышению уровня благосостояния страны. Процессы, происходящие в связи с информатизацией общества, способствуют не только ускорению научно-технического прогресса, интеллектуализации всех видов деятельности человека, но и созданию качественно новой информационной среды, обеспечивающей развитие творческого потенциала.

Одним из приоритетных направлений процесса информатизации общества является информатизация образования. Современные специалисты после окончания своего обучения должны владеть новыми информационными технологиями, чтобы быть мобильными и конкурентоспособными на рынке труда, ориентированном на использование новейших компьютерных технологий.

Разработанные на сегодняшний день программные продукты, позволяют решать самые разнообразные задачи. Одним из таких современных новейших приложений является Microsoft Visual Studio - продукт компании Майкрософт, включающий в себя интегрированную среду разработки программного обеспечения и ряд других инструментальных средств. Он позволяет разрабатывать как консольные приложения, так и приложения с графическим интерфейсом, что является существенным преимуществом относительно других продуктов. Внутри приложения используется язык C# - объектно-ориентированный язык программирования. Он был разработан в компании Microsoft как язык для создания приложений для платформы Microsoft.NET Framework и перенял многое от своих предшественников — языков C++, Java, Delphi, Модула и Smalltalk. Программы, созданные в этом приложении, являются удобными и наглядными в обращении.

На стадии обучения студенты Горного университета разрабатывают реальные проекты, которые сразу могут быть внедрены в производственные процессы. Одним из таких проектов является программа «Информационно-справочная система месторождений России», написанная в приложении Microsoft Visual Studio.

Созданная программа является новым оригинальным продуктом. Она позволяет не только легко ориентироваться среди добываемых в России полезных ископаемых, но и узнать об их истории, запасах, разведанных или уже разрабатываемых месторождениях.

Программа достаточно легка в обращении. Она построена по принципу оконного интерфейса. При запуске программы, в первом окне, пользователь должен выбрать полезное ископаемое, месторождения которого его интересуют (рис.1). Все месторождения находятся на территории России.

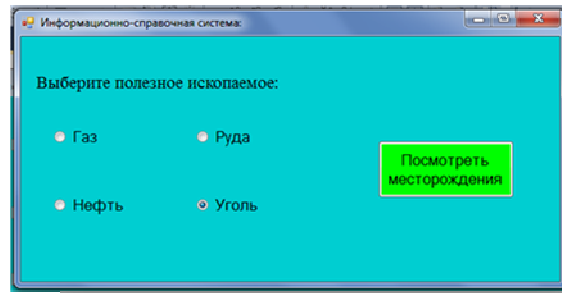


Рис.1. Окно выбора полезного ископаемого

После совершения выбора, он нажимает кнопку «Посмотреть месторождения», находящуюся справа от списка, тем самым переходя на следующую страницу, на которой находится список месторождений, где добывается это полезное ископаемое (рис.2). Этот список можно расширять и дополнять.

При выборе мышкой определенного месторождения, пользователь получает краткую информацию о нем, которая высвечивается справа от списка по порядку выбора.

Если этой информации недостаточно, пользователь также может перейти на соответствующий сайт по этому месторождению, щелкнув на само месторождение дважды, после чего откроется окно с сайтом, что очень удобно, потому что не приходится перебирать множество ссылок в интернете.

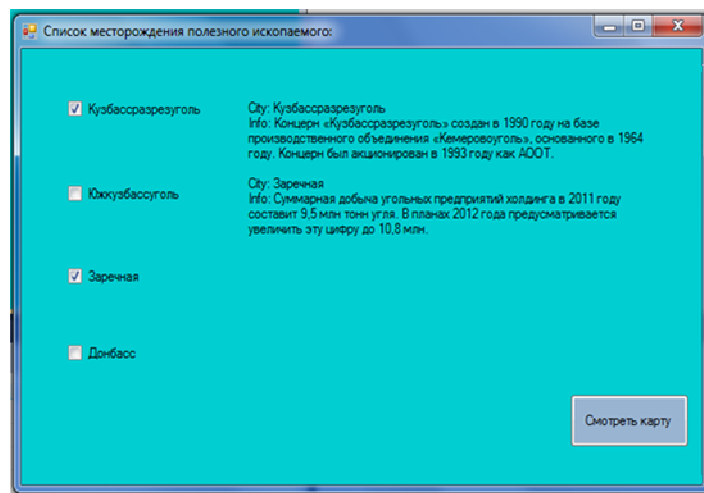


Рис.2. Окно списка месторождений

После чего пользователь может увидеть, где на карте расположены выбранные им месторождения, нажав на кнопку «Смотреть карту» (они будут выделены красными кружками), что также дает наглядное представление о них.

Данная программа была написана при помощи новейших компьютерных технологий, которыми так важно уметь пользоваться современным специалистам. Она также может служить яркой презентацией своих идей.

Одним из крупнейших инновационных проектов для нашей страны является дальнейшее развитие минерально-сырьевого комплекса, являющегося устойчивым базисом для ее развития – ежегодно его вклад составляет большую часть показателя ВВП в России среди секторов экономики. При этом в горной промышленности ситуация осложняется еще и дополнительными повышенными рисками, вследствие чего стоит обратить особое внимание на информатизацию этой области.

В наши дни невозможно усовершенствовать производство без новейших информационных технологий. Именно на них стоит обратить внимание, так как ИТ-технологии представляют собой огромный вклад в улучшение состояния экономики России.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ НАДЕЖНОСТИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Е.А. Шумская

Научный руководитель – Зеленко Л.С., к.т.н., доцент

**Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королёва
(национальный исследовательский университет) (СГАУ)**

Проблема повышения надежности сложных систем (как технических, так и программных) приобретает в последние годы все большую *актуальность*, т.к. постоянно изменяются условия их эксплуатации, возрастает интенсивность режимов их работы и т.п. Недооценка факторов, обеспечивающих надежную работу систем, может привести к авариям, связанным с большим ущербом и даже с человеческими жертвами, то есть цена отказа повышается.

При проектировании отказоустойчивых систем стремятся не только к достижению необходимой их надежности, но и к достижению этой надежности при минимальных затратах, т.е. к нахождению оптимального решения. Под затратами понимается масса, габариты, стоимость, потребление энергии или другие характеристики системы. Задачи оптимального резервирования могут быть двух видов:

- 1) определение требуемого количества резервных элементов, обеспечивающих заданное значение показателя надежности системы при минимальных затратах;
- 2) определение требуемого количества резервных элементов, обеспечивающих максимум значения показателя надежности системы при величине затрат, не превышающей заданную.

Для решения задач оптимального резервирования используют различные методы: неопределённых множителей Лагранжа, градиентный, прямого перебора и динамического программирования.

Метод неопределённых множителей Лагранжа позволяет аналитически получить приближенное решение задачи. Погрешность результатов обусловлена тем, что данный метод оперирует действительными числами, в то время как количество резервных элементов системы выражается как целое число. Округление результатов до целых чисел вызывает сдвиг экстремума в пространстве параметров, вследствие чего возникает погрешность реше-

ния. Кроме того метод неопределенных множителей Лагранжа дает решение в явном виде только при простейших моделях надежности.

Метод динамического программирования является модификацией метода простого перебора. В этом методе для сокращения числа вариантов при переборе вводится понятие доминирующая последовательность – подмножество вариантов, перспективных с точки зрения поиска оптимального решения. Применительно к задаче оптимального резервирования считается, что один состав системы, представляющий собой некоторую комбинацию расположения резервных элементов, доминирует над другим, если для одного и того же уровня надежности обеспечение этого состава связано с минимальными затратами. Все неоптимальные решения, не входящие в состав доминирующей последовательности в силу того, что они обладают большей величиной затрат при той же надежности или меньшей надежностью при тех же затратах, чем члены доминирующей последовательности, исключаются из рассмотрения.

Эффективное решение задач обеспечения заданного уровня надёжности систем стало возможным только с применением аппарата современной прикладной математики, который корректно описывает задачи надёжности, учитывая все необходимые условия и допущения. А современные информационные технологии позволяют автоматизировать все расчеты и вычислить необходимые показатели с высокой точностью.

Исследование надежности сложных систем студенты Самарского государственного аэрокосмического университета (СГАУ) проводят в ходе выполнения практикума при изучении дисциплины «Надёжность, эргономика и качество АСОИУ», которая входит в федеральную составляющую государственного образовательного стандарта по направлению 230100.68 - Информатика и вычислительная техника. На кафедре программных систем ведется разработка автоматизированной системы, которая обеспечит информационную поддержку данного курса. Одна из лабораторных работ посвящена изучению раздела «Резервирование систем». Система позволяет решать задачи оптимального резервирования как с помощью метода неопределённых множителей Лагранжа, так и с помощью метода динамического программирования, а также предоставляет средства для наблюдения за ходом решения задачи и просмотра результатов в графическом виде.

Для выполнения задания студент должен авторизоваться в системе (ввести логин и пароль) и выбрать функцию «Выполнение задания»→ «Оптимальное резервирование систем». В открывшемся окне (в таблице) необходимо ввести данные для решения задачи: выбрать количество подсистем (от одного до десяти) и список ограничений, а затем задать количественные значения параметров (надёжность элементов, значения ограничений для каждой подсистемы). Система проверяет введенные параметры на корректность, если проверка прошла успешно, необходимо перейти к функции «Решение задачи». Результаты решения отображаются на экране в виде схемы, для просмотра хода решения задачи студент должен выбрать пункт меню «Ход решения».

Для разработки системы использовался язык Java и различные информационные технологии, такие как СУБД MySQL 5.1 для хранения информации о студентах и заданиях, dbForge Studio for MySQL для создания базы данных, StarUML 5.0 для разработки проекта системы.

Таким образом, используя данную систему, студенты смогут исследовать характеристики проектируемых систем при минимальных временных затратах.

ТЕХНОЛОГИЯ УЧЕТА И ОТОБРАЖЕНИЯ ПАССАЖИРООБОРОТА НА ЭЛЕКТРОННОЙ КАРТЕ

С.В. Михеев, И.Г. Богданова, О.К. Головнин, Е.В. Силакова

Научный руководитель – Михеева Т.И., д.т.н., профессор

**Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)**

В докладе рассматривается применение геоинформационной системы (ГИС), включающей в себя электронную карту города и автоматизированную информационную систему, обеспечивающую визуализацию параметров, необходимых для формирования модели дорожного движения.

Для ГИС «ITSGIS» разработана подсистема «ITSGIS. Пассажирооборот», служащая для учета, моделирования и организации движения общественного транспорта, минимизации транспортных заторов и аварийных ситуаций. «ITSGIS. Пассажирооборот» совмещает в себе такие возможности работы с базами данных, как запрос и статистический анализ, которые позволяют отображать необходимые данные на электронной карте. Визуализация позволяет решать такие задачи, как отображение существующих маршрутов городского транспорта, подбор наиболее оптимального. Работа с картой позволяет выбирать кратчайшие пути и производить фильтрацию маршрутов по остановочным пунктам.

Для сбора статистических данных служит метод натурных исследований, который доступен для одного полевого работника без специального оснащения. Исследование и моделирование интенсивности движения городского пассажирского транспорта и пассажирооборота подразумевает собой сбор данных по следующим параметрам:

- количество маршрутных транспортных средств (ТС), следующих через остановочный пункт;
- вид ТС (автобус, троллейбус, трамвай, маршрутное такси);
- тип ТС;
- сочлененность ТС (одиночный или сочлененный)
- количество входящих и выходящих пассажиров;
- наполненность ТС по 6-балльной шкале;
- дата и время произведения замеров.

Для получения наиболее точных результатов, замеры необходимо производить по 13 часов в сутки на исследуемых остановочных пунктах города в различные дни недели. Собранные данные заносятся в базу данных оператором и отображаются на электронной карте при помощи созданных запросов.

С целью уменьшения времени загрузки электронной карты в подсистеме «ITSGIS. Пассажирооборот» применена технология генерализации картографической основы. На определенных уровнях масштаба обобщены контуры объектов некоторых слоев, отключены отдельные слои, содержащие объекты, детализация которых на данном уровне не играет решающей роли.

Созданный слой электронной карты, содержащий данные по пассажирообороту, отображается на уровне масштаба улицы или остановок.

МОДУЛЬ ВЫЯВЛЕНИЯ МЕСТ КОНЦЕНТРАЦИИ ДТП МЕТОДОМ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА

С.В. Михеев, В.Ю. Киреев, Д.А. Михайлов, О.В. Сапрыкина, И.Г. Богданова
Научный руководитель – Михеева Т.И., д.т.н., профессор

**Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)**

Доклад посвящен разработке модуля учета дорожно-транспортных происшествий (ДТП) и выявления очагов аварийности в среде геоинформационной системы «ITSGIS». Разработанный модуль позволяет решать следующие задачи:

- установка ДТП на электронную карту города с проверкой допустимости установки геообъекта;
- кластерный метод обнаружения горячих точек;
- автоматический поиск очагов аварийности;
- отображение очагов аварийности на электронной карте города;
- создание сводных ведомостей и отчетов об установленных объектах.

Поиск очагов аварийности осуществляется при помощи кластерного анализа, частным случаем которого является обнаружение горячих точек. Горячая точка представляет собой область изучаемого пространства, которая отличается по своим показателям от общего, преобладающего в пространстве поведения. Применение данного вида математического анализа в пространстве геообъектов – дорожно-транспортных происшествий, дало возможность получить места их концентрации – очаги аварийности.

Опытным путем выработан эмпирический критерий определения очага аварийности по фактическим данным – наличие трех и более ДТП со степенью близости 50 метров, – и он широко используется при планировании и проведении мероприятий по совершенствованию дорожных условий. Данный эмпирический критерий и лежит в основе возможности поиска очагов аварийности методами поиска мест концентрации пространственно-координированных объектов.

Разработанный алгоритм поиска мест концентрации ДТП реализован в программном модуле для геоинформационной системы «ITSGIS». Определены и реализованы необходимые структуры данных и классы объектов, построена модель хранения найденных мест концентрации в базе данных.

Разработанное программное средство визуализации очагов аварийности использует геоинформационные технологии и компоненты «ITSGIS» для предоставления пользователю удобного механизма наглядной оценки аварийной ситуации на улицах города.

Модуль выявления очагов ДТП геоинформационной системы «ITSGIS» внедрен в эксплуатацию в Отдельном батальоне ДПС ГИБДД Управления МВД России по Рязанской области.

Библиографический список

1. Шекхар Ш., Чаула С. Основы пространственных баз данных. /Пер. с англ. – М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2004. 337 с.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПАСПОРТИЗАЦИИ ОСТАНОВОК ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОННОЙ КАРТЫ

К.А. Малыкова, Я.А. Тендяш, О.А. Япрынцева, А.А. Осьмушин

Научный руководитель – Михеева Т.И., д.т.н., профессор

Самарский государственный аэрокосмический университет

имени академика С.П. Королева

(национальный исследовательский университет)

В настоящее время на улицах города неуклонно возрастает количество транспортных средств, как частных автомобилей, так и общественного транспорта. Постоянно появляются и ликвидируются маршруты, остановочные пункты общественного транспорта. Организация движения маршрутных транспортных средств с учетом постоянно меняющихся условий – сложная задача, справиться с которой без использования электронно-вычислительной техники практически невозможно.

Геоинформационная система «ITSGIS» позволяет хранить, анализировать и отображать на электронной карте данные о представленных в ней геообъектах. В разработанном модуле «ITSGIS. Дислокация остановок общественного транспорта» основным геообъектом является остановка общественного транспорта (ООТ).

В основе «ITSGIS» лежит базы данных с информацией о географических объектах и связях между ними. В качестве исходных данных выбраны маршрутные транспортные средства, предназначенные для перевозки по дорогам людей и движущиеся по установленному маршруту с обозначенными остановочными пунктами.

В зависимости от детализации карты ООТ может отображаться двумя способами:

- точечный объект – представляет собой точку на карте, к которой привязана атрибутивная информация об объекте;
- полигон – полуплоскость, ограниченная замкнутой ломаной линией, – наглядное изображение объекта и всех сопутствующих элементов его инфраструктуры, предоставляющее информацию о геометрических размерах ООТ и взаимном расположении ее частей.

Способ отображения объекта зависит от масштаба карты, которая в данный момент отображается на дисплей. Таким образом, карта обладает свойством генерализованности.

Модель геообъекта «ООТ» формируется в результате следующих операций:

- создается модель данных об объекте в базе данных;
- формируются модели объектов транспортной инфраструктуры в соответствии с их содержанием и характером взаимодействия с объектами ООТ;
- создаются модели взаимосвязей между объектами, например, между транспортными средствами и ООТ.

Разработанная база данных содержит полную информацию о геообъекте «ООТ»: название ООТ, географическое расположение ООТ, виды и номера маршрутов общественного транспорта данной ООТ, наличие элементов обустройства, фотографии ООТ и информацию о собственнике.

ДИСЛОКАЦИЯ ОСТАНОВОК ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА В ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ «ITSGIS»

О.К. Головнин, Я.А. Тендляш, Е.В. Силакова, А.А. Осьмушин
Научный руководитель – Михеева Т.И., д.т.н., профессор
**Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С. П. Королева
(национальный исследовательский университет)**

Для минимизации ошибок в работе сотрудников проектных организаций требуется автоматизировать процесс учета остановок общественного транспорта (ООТ). Экспертное дислоцирование остановок на электронной карте в соответствии с нормативными документами позволит осуществить процесс автоматизации наиболее эффективным образом. Для геоинформационной системы «ITSGIS» разработана подсистема «Дислокация остановок общественного транспорта», предназначенная для создания и обработки полигональных геообъектов транспортной инфраструктуры города – остановок общественного транспорта.

Структура данных разработанной подсистемы отражает модель предметной области, содержащую такие сущности как «ООТ», «Собственник», «Элемент обустройства», «Адрес», «Город», «Улица», «Фотография ООТ», «Геометрия». Геопространственная и семантическая информация в системе хранится в базе данных под управлением СУБД «PostgreSQL», что обеспечивает высокую скорость доступа к этим данным из подсистем «ITSGIS». Использование технологии объектно-реляционного отображения позволило связать модель предметной области с реляционным представлением данных в «PostgreSQL».

В подсистеме «ITSGIS. Дислокация ООТ» предусмотрено разграничение прав доступа, в соответствии с которыми одним пользователям предоставляется доступ лишь на чтение информации, а другим полный доступ на ее изменение и запись. Разработанная подсистема имеет простой и удобный интерфейс, содержащий рабочую область, панель инструментов, миникарту и панель масштабирования электронной карты. Панель инструментов состоит из вкладок «Главная» и «Остановки», которые предоставляют доступ к функциям по работе с многослойной электронной картой и со слоем остановок общественного транспорта.

Для добавления объекта ООТ на карту необходимо указать место его дислокации на улично-дорожной сети. После чего необходимо заполнить семантическую информацию по данному остановочному пункту: название ООТ, адрес расположения, собственник, маршруты движения транспортных средств, осуществляющих высадку/посадку пассажиров на данной остановке, элементы обустройства, расположенные на данном остановочном пункте (павильон, лавки, магазины, урны), фотографии остановки. Для учета ООТ предусмотрена возможность составления сводной ведомости, которая содержит подробную информацию об остановках и имеет возмож-

ность фильтраций по различным критериям. Система внедрена и используется в работе сотрудников «Научно-производственного центра «Интеллектуальные транспортные системы» г. Самары.

DATA MINING В АНАЛИЗЕ ОЦЕНКИ СТАТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

С.В. Михеев, А.А. Федосеев, О.Н. Сапрыкин, О.К. Головнин
Научный руководитель – Михеева Т.И., д.т.н., профессор

**Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С. П. Королева
(национальный исследовательский университет)**

Актуальность оценки состояния статических и динамических объектов транспортной инфраструктуры не вызывает сомнения. В качестве исходных данных используются материалы гиперспектральной космической и аэрофотосъемки, в результате которой получаем массив гиперспектральных данных, представляющих собой «гиперкуб» данных. Такой куб содержит в себе пространственно-спектральную информацию об объектах на рассматриваемой сцене (транспортной инфраструктуры). Особую ценность в гиперспектральных данных представляет спектральная информация об объектах. В зависимости от типа решаемой задачи анализа оценки статических объектов транспортной инфраструктуры применяются различные методы тематической обработки гиперспектральных данных.

Классификация и кластеризация входят в круг задач, решаемых методами Data Mining, и являются одними из наиболее подходящих методов тематической обработки гиперспектральных данных. При решении задачи классификации – отнесении объектов к одному из заранее известных классов происходит разделение пространства признаков на замкнутые области (классы) с определенными значениями этих признаков. Отнесение пикселей к классам зависит от принятого правила классификации. При обработке гиперспектральных данных возможно использование двух подходов.

Первый из них заключается в разделении всех пикселей изображения на группы (кластеры), название, спектральные характеристики и даже само существование которых предварительно неизвестны. Это неконтролируемая классификация или классификация без обучения. Критерием отнесения пикселей к тому или другому кластеру служит схожесть спектральных характеристик. В задачу дешифровщика входит последующее определение соответствия выделенных кластеров классам земной поверхности, которое выполняется с использованием дополнительной информации – материалов наземных наблюдений, карт и т.д.

Во втором подходе классификация выполняется на признаках объектов, принадлежность которых к определенному классу на местности известна (например, признаки объектов на эталонных участках транспортной сети). В этом случае выполняется контролируемая классификация (классификация с обучением).

Результаты тематической обработки используются для мониторинга состояния дорог и магистралей в части оценки чистоты дорожного полотна, качества покрытия, степени различения дорожной разметки, наличия транспортных средств и т.д.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ДАТЧИК НА ОСНОВЕ ИНС- ТЕХНОЛОГИЙ

Т.А. Чудакова

Научный руководитель – Локтюхин В.Н., д.т.н., профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет

Координальным направлением повышения точности и универсальности первичных преобразователей информационно-измерительных систем является создание интеллектуальных датчиков, существенно расширяющих возможности получения и обработки данных о контролируемых параметрах объекта.

Одним из возможных эффективных направлений построения такого рода устройств является применение математического аппарата искусственных нейронных сетей (ИНС). Его использование позволяет получить математическое описание структуры датчика, отличающегося высокой однородностью составляющих его нейроэлементов и технологической простотой микроэлектронной реализации сети, в том числе путем ее представления на языках описания аппаратуры [1]. Предлагаемая укрупненная структура интеллектуального датчика в виде последовательного соединения трех типов слоев ИНС представлена на рисунке 1 (наличие эффекторного слоя не всегда обязательно).

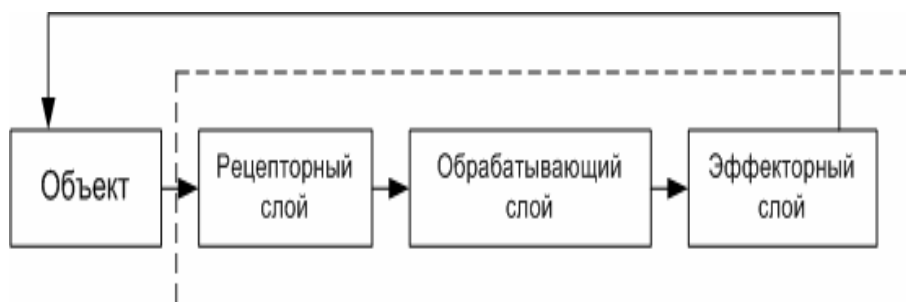


Рис.1. Укрупненная структура датчика на основе ИНС

Структура обладает следующими свойствами:

- однородность структуры;
- возможность реализации линейного и нелинейного преобразования с разными функциональными зависимостями;
- адаптивность к свойствам и характеристикам измеряемых параметров объекта;
- адаптивность к изменяющимся условиям измерений;
- возможность одновременной обработки сигналов большого числа датчиков, распределенных по объекту (или процессу), с целью получения, например, размера, объема, уровня физической среды и т.п.

В целом, в зависимости от характеристик рецепторного слоя ИНС-датчика, для построения следующих его слоев, обеспечивающих указанные выше свойства, могут быть выбраны различные виды ИНС, например, многослойный персептрон, сеть прямого распространения с сигмоидными или другими функциями активации [2].

Одним из важных критериев выбора вида сети для построения ИНС-датчика целесообразно принять способ представления (описания) первич-

ных преобразователей (ПП), входящих в состав датчика, в виде нейронов с определенным типом активационной функции. В этой связи, в работе рассматриваются два варианта построения обрабатывающего слоя ИНС-датчика: 1 – для ИП-нейрона с пороговой функцией активации; 2 – для ИН-нейрона с нелинейной непрерывной характеристикой.

В зависимости от вида сигнала нейронов рецепторного слоя, возможны два варианта разрабатываемой структуры ИНС-датчика:

1) Для нейронов со ступенчатой функцией активации с выходом в виде значений «0» и «1» нейросетевая модель структуры датчика представляется многослойным персептроном с пороговыми функциями активации в рецепторном слое, которая описывается следующей формулой:

$$f(x) = F\left(\sum_{i_N} w_{i_N j_N} \dots \sum_{i_2} w_{i_2 j_2} F\left(\sum_{i_1} w_{i_1 j_1} x_{i_1 j_1} - \theta_{j_1}\right) - \theta_{j_2} \dots - \theta_{j_N}\right), \quad (1)$$

где i – номер входа, j – номер нейрона в слое, N – номер слоя, x – входной сигнал, w – весовой коэффициент.

2) Для нейронов рецепторного слоя с непрерывной нелинейной функцией активации модель структуры датчика описывается сетью прямого распространения с сигмоидальными функциями активации. Примером сигмоидальной функции активации может служить логистическая функция.

В работе приводятся результаты построения указанных выше математических моделей интеллектуального датчика на основе ИНС-технологий, параметры рассматриваемых сетей после их обучения для реализуемой функции измерения, а также моделирование в программной среде LabView.

Библиографический список

1. Локтюхин В.Н., Челебаев С.В. Нейросетевые преобразователи импульсно-аналоговой информации: организация, синтез, реализация / Под общей редакцией А.И. Галушкина. – М.: Горячая линия-Телеком, 2008. – 144 с.: ил.
2. Локтюхин В.Н., Челебаев С.В., Антоненко А.В. Нейросетевые аналого-цифровые преобразователи / Под общей редакцией А.И. Галушкина. – М.: Горячая линия-Телеком, 2010. – 128 с.: ил.

ЛОКАЛИЗАЦИЯ СКРЫТЫХ МЕТАЛЛОСОДЕРЖАЩИХ НАМАГНИЧИВАЕМЫХ ПРЕДМЕТОВ

А.А. Жильников, Т.А. Жильников

Научный руководитель – Жулев В.И., д.т.н., профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
Академия ФСИН России**

В соответствии с концепцией развития уголовно-исполнительной системы (УИС) Российской Федерации на сегодняшний день одним из приоритетных направлений в реформировании УИС является повышение эффективности надзора лиц, содержащихся в исправительных учреждениях Федеральной службы исполнения наказаний (ФСИН России), в том числе улучшение качества проводимых досмотров, с целью предотвращения вноса запрещенных предметов.

В настоящее время для предотвращения подобных рисков в исправительных учреждениях ФСИН России в профилактических целях широко используют металлодетекторы. Их задачей является обнаружение запрещенных металлосодержащих намагничиваемых предметов (МНП), которые могут быть скрыты внутри различных объектов – посылках и передачах, поступающих осужденным и подследственным, исключая возможность проноса запрещенных предметов, в том числе средств связи, тем самым разоблачая возможные преступные действия.

Однако такие металлодетекторы осуществляют поиск без учета местоположения потенциально опасного предмета, что вынуждает производить более тщательный досмотр, приводя к дополнительному затрату сил и времени.

Для решения проблемы предлагается метод, позволяющий локализовать скрытые МНП, регистрируя в местах скрытых или недоступных для механического проникновения мгновенные объемные состояния распределения магнитного поля [1]. В основе его лежат две катушки индуктивности – передающая, которая задает магнитное поле и приёмная, которая снимает сигнал, наведенный в ней вследствие закона электромагнитной индукции.

Данный метод относится к индукционным магнитоизмерениям, при которых объект (посылку) помещают в рабочий объем излучающей катушки, создающей в свою очередь однородное периодическое во времени магнитное поле. Скрытые МНП вызывают изменение распределения векторной функции магнитной индукции заданного однородного магнитного поля, которое и регистрируются в данном методе. Благодаря такой регистрации в конкретных точках пространства и моменты времени определяются значения векторной функции индукции, получаемые реконструкцией посредством применения обратного преобразования Радона к измеренным проекциям магнитного потока. Эти проекции получают с помощью приемной катушки в ходе ее управляемого пространственного перемещения в рабочем объеме способом параллельного формирования исходных проекционных данных [2].

Таким образом, для улучшения качества проводимых досмотров в исправительные учреждения ФСИН России в данной работе предлагается использовать метод локализации скрытых МНП.

Библиографический список

1. Жильников А.А., Жильников Т.А., Жулев В.И. Получение изображения распределения магнитного поля внутри биологических объектов. Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. – М.: Издательское предприятие редакции журнала «Радиотехника», № 7, 2011. С. 41-46.

2. Жильников А.А., Жильников Т.А. Способ неразрушающего объемного измерения векторной функции магнитной индукции неоднородного в пространстве и периодически изменяющегося во времени магнитного поля // Межвузовский сборник научных трудов. – Рязань: РГРТУ, 2012. С. 61-68.

СЕТЕВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ И ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ МЕЖДУ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ УЧАСТКАМИ И СКЛАДАМИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Т.С. Малашенко

Научный руководитель – Петросов Д.А., к.т.н.

**Белгородская государственная сельскохозяйственная академия
им. В.Я. Горина**

Одним из направлений логистики является управление формированием, хранением и переработкой складских запасов. В настоящее время в логистических складских системах получило широкое распространение использование новых информационных технологий (ИТ). При помощи ИТ возрастает скорость и точность обработки информации, автоматизируется управление всеми возможными ресурсами предприятия, сокращаются материальные затраты и, тем самым, повышается качество решения логистических задач. Для решения задач движения материалов и готовой продукции (М и ГП) на производстве в логистических системах используются различные модели, вид которых определяется характером спроса и логистической схемой управления запасами и движения материалов [1].

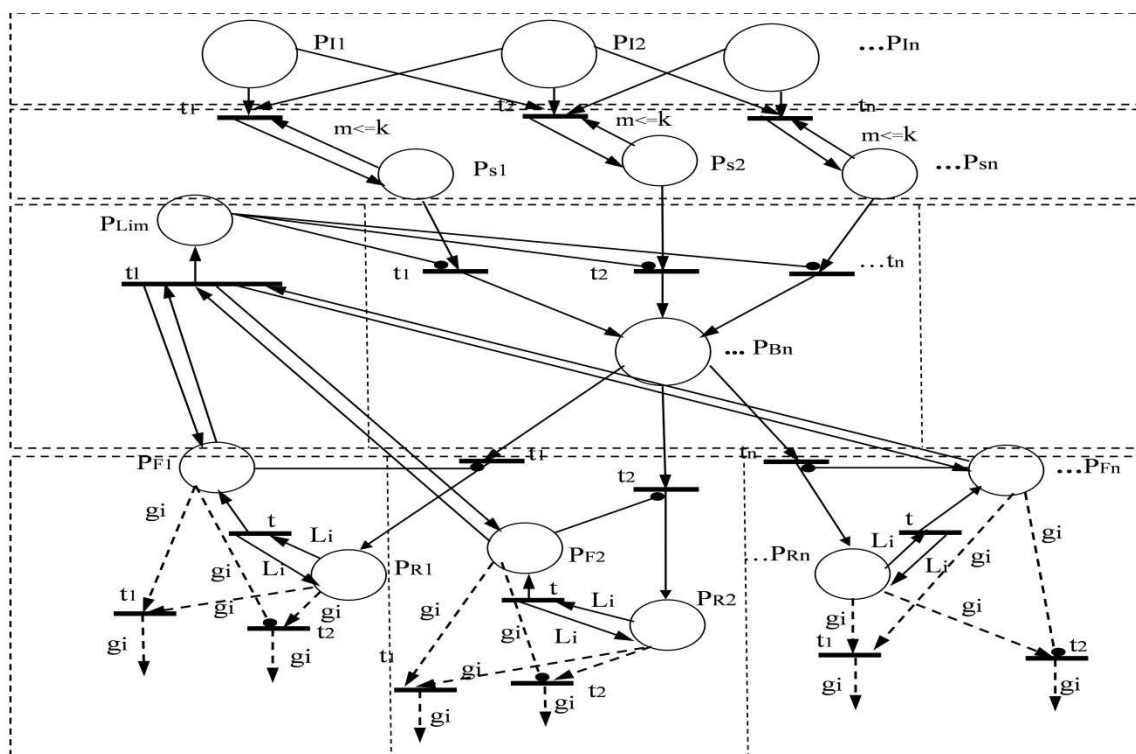


Рисунок 1. Модель системы движения М и ГП в производстве между производственными участками и складами на основе СП

Выделяют несколько подходов в решении логистических задач: математическое моделирование, основанное на теории управления запасами, теории распределительных (транспортных) задач и имитационное моделирование, которое является предпочтительным в случаях исследования сложных (больших) систем, к которым могут быть отнесены системы складской логистики.

Одним из перспективных подходов, используемых при имитационном моделировании систем с распределенным управлением и параллелизмом протекания процессов, являются сети Петри (СП), что обуславливает их использование в рамках настоящей работы.

Формализация задачи может быть выполнена следующим образом:

$O = \langle S, B, R, I \rangle$, где O - некоторая логистическая система, которую необходимо сконфигурировать, S - множество складов системы O , на которые поступает непереработанные материалы, B - множество вариантов переработки материалов, поступивших со складов системы O , R - множество складов готовой продукции системы O для последующей реализации, I - множество каналов закупки сырья (материалов) для производства готовой продукции (ГП).

Процедура функционирования рассматриваемой системы включает в себя следующие операции:

- поступление и хранение материалов, которые участвуют в процессе производства (позиции $P_{I1}, P_{I2}, \dots, P_{In}$);
- переработка материалов и получение из них ГП;
- перемещение ГП на специальные склады для дальнейшей реализации покупателям;
- определение лимита загрузки склада или выполнения договоров ($L_i = \{L_1, L_2, \dots, L_n\}$), который определяется исходя из настроек в системе.

Если склад загружен до определенного предела или выполнены все договора, то метка оказывается в позиции P_{F1} , и подается сигнал о прекращении поступления готовой продукции на склады. В случае если место на складе освобождается, то метка из позиции P_{F1} убирается и производится загрузка склада. Для этого используются ингибиторные дуги, запрещающие срабатывания перехода, если во входной позиции, связанной с переходом ингибиторной дугой, находится метка. Позиция P_{lim} служит для остановки процесса производства ввиду окончания договорных условий или загрузки складов;

- взаимодействие складов ГП (позиции $P_{R1}, P_{R2}, \dots, P_{Rn}$) с внешней средой для отгрузки продукции на поставки, где g_i - ГП отгружаемая со склада, а пунктирные стрелки - варианты взаимодействия складов с внешней средой;
- снабжение необходимыми материалами для производства ГП (позиции $P_{S1}, P_{S2}, \dots, P_{Sn}$). В случае когда $m \leq k$, где m - количество меток в позициях ($P_{S1}, P_{S2}, \dots, P_{Sn}$), $k = s * n$ (s - минимальный уровень запасов, участвующих в производственном цикле (определяется настройками в системе), n - количество материалов, участвующих в производственном цикле) возникает необходимость закупки материалов для очередного цикла производства.

Пример модели логистической системы движения M и ГП между производственными участками и складами на основе СП представлен на рис. 1.

Представленная модель системы позволяет проводить вычислительные эксперименты по определению оптимальной конфигурации схемы складской логистики.

Библиографический список

1. Мастяева И.Н. Математические методы и модели в логистике: Учебное пособие. - Москва, 2004. - 50с.

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИЙ ДЕТАЛЕЙ СРЕДСТВАМИ T-FLEX «АНАЛИЗ»

В.О. Назаркина, Т.С. Юркова

Научный руководитель - Коваленко В.В., к.т.н., доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассмотрена оптимизация конструкций деталей по критерию постоянства напряжений по всему объему детали.

Статические расчёты конструкций на прочность занимают особое место в машиностроительном проектировании, так как очень часто в проектировании возникает необходимость оценки напряженного состояния отдельных элементов (деталей) изделия или конструкции в целом.

Обычно конструктора интересует распределение составляющих напряжений по объёму элементов конструкции, а также максимальные значения компонентов напряжений в материале. При этом возникает задача обеспечения «равнопрочности» элементов конструкции, которая заключается в обеспечении равенства напряжений по всему объёму конструкции.

Оптимизация проводилась путем статического анализа 3D модели конструкции методом конечных элементов, реализованном в модуле T-FLEX «АНАЛИЗ».

Модели деталей строились в среде трёхмерного моделирования T-FLEX CAD 3D, затем выполнялось конечно-элементное моделирование: генерирование конечно-элементной сетки, наложение граничных условий (закрепление детали по одной из граней и задание нагрузки (силы, давления) на другую грань), решение задачи и анализ результатов моделирования.

При анализе решения задачи рассматривались изменения величины вектора напряжения и его проекций по объёму детали. Затем проводилось изменение элементов конструкции с целью выравнивания напряжений. При этом размеры элементов (ширина, толщина и т.д.) изменялись примерно в прямой пропорции к соответствующим напряжениям. Данная процедура оптимизации многократно повторялась, что позволило получить конструкции с меньшими разбросами значений напряжений по объёму деталей.

Следует отметить, что T-FLEX «Анализ» предоставляет качественные и удобные средства для анализа результатов. Результаты расчёта отражаются в дереве задач, что обеспечивает удобный и быстрый доступ к ним. Визуализация результатов осуществляется непосредственно в интерфейсе T-FLEX CAD. Одновременно могут быть открыты несколько результатов одной или разных задач.

Для пользователя доступны все команды масштабирования и позиционирования сеточной модели с результатами расчётов. Кроме того, есть набор специализированных команд и опций, позволяющих решать разнообразные сервисные функции по обработке результатов расчётов, в т.ч. анимация, управление отображением сеточной модели, динамическое зондирование результата и создание отчетов.

Оптимизация конструкции деталей обеспечивает уменьшение их массы и расхода материала. Полученные результаты оптимизации будут представлены в докладе на конференции.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЕМ ГОРЕНИЯ ДУГОВОГО РАЗРЯДА НА ОСНОВЕ ТРЕХ СОЛЕНОИДОВ

М.Н. Мусолин, И.Е. Сеницын

Рязанский государственный радиотехнический университет

Для стабилизации направления горения электрической дуги в сталеплавильной печи постоянного тока необходимо скомпенсировать внешнее магнитное поле определенной интенсивности и направления, которое влияет на положения горения дуги.

Внешнее магнитное поле возникает за счет токоподводящих кабелей и намагничивания несущей стальной конструкции, что приводит к смещению направления горения дуги, локальному перегреву и последующему разрушению футеровочного слоя печи. В результате сокращается число плавов металла до восстановительного ремонта и производительность печи снижается.

В докладе рассматривается метод управления направлением горения дугового разряда на основе использования трех соленоидов симметрично расположенных под углом 120° на корпусе печи (рисунок 1).

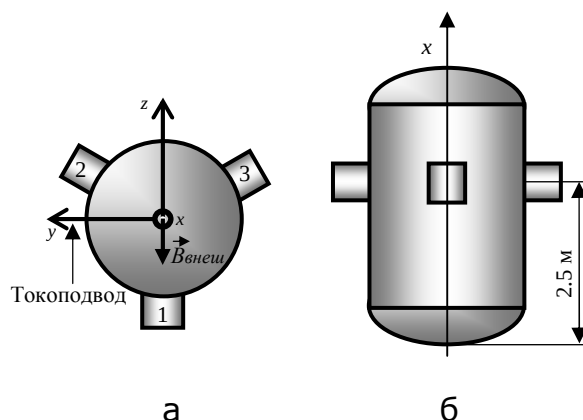


Рис.1. Расположение соленоидов (1, 2, 3) на корпусе печи:
а) вид сверху, б) профиль

Индукция поля, создаваемого электромагнитом на оси соленоида равна

$$B = \frac{1}{2} M_0 I W ,$$

Где W – число витков соленоида,

I – ток в обмотке соленоида,

M_0 – магнитная постоянная.

Для электродуговой печи постоянного тока емкостью 20 тонн экспериментально изготовленный соленоид с размерами поперечного сечения 300х500 мм, числом витков 750, при токе 15А создает индукцию $39 \cdot 10^{-3}$ Тл.

Для установки требуемых величины и направления магнитного поля соленоида в различных режимах работы печи (плавление шихты, окисление, восстановление) электропитание соленоидов осуществляется от управляемых с помощью ПЭВМ источников тока с диапазоном регулирования тока от 1 до 20 А (рисунок 2).

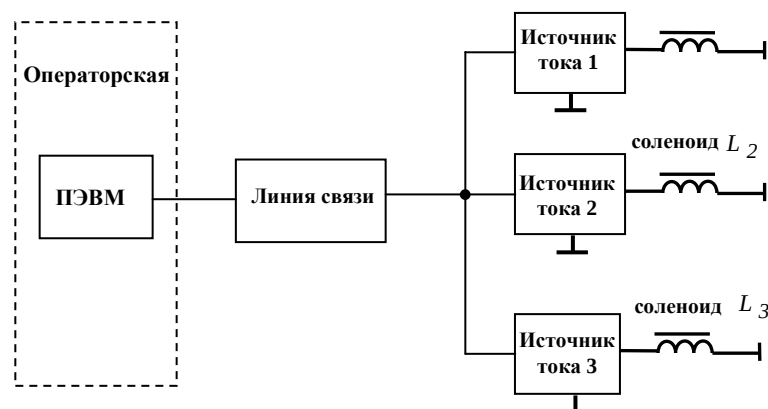


Рис.2. Схема управления соленоидами сталеплавильной печи:
1 – операторская, 2 – ПЭВМ, 3 – линия связи, 4, 5, 6 – управляемые от ПЭВМ источники тока, L_1 , L_2 , L_3 – соленоиды

Повышение эффективности действия системы управления соленоидами при изменяющихся условиях в процессе эксплуатации печи (намагничиваемость металлических конструкций и др.) достигается за счет контроля параметров плавов и формы катодного электрода и выполнения статистической обработки полученных данных с целью определения оптимальных режимов электропитания соленоидов.

Анализ состояния футерованного слоя на электродуговой печи массой 20 тонн показал, что при наложении компенсирующего магнитного поля соленоидов разрушение футерованного слоя становится практически равномерным по периметру (рисунок 3). Тем самым подтверждается факт стабилизации дуги вблизи оси симметрии.

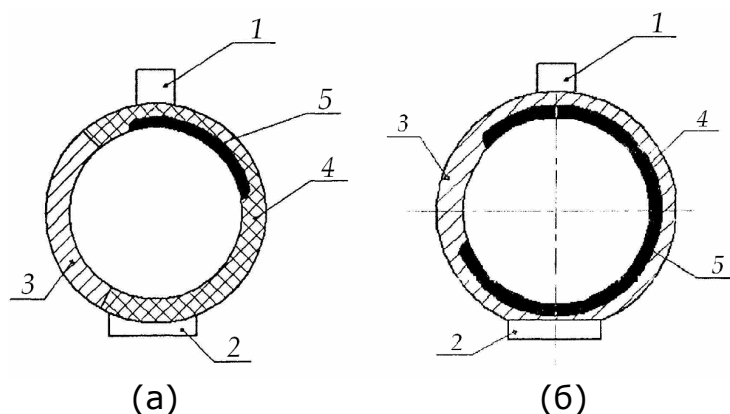


Рис.3. Схемы износа огнеупорной кладки стены сталеплавильной печи ДППТУ-20; а) – без соленоидов, стойкость 29 плавов б) – с соленоидами, стойкость 47 плавов. 1 – сливной желоб, 2 – рабочее окно, 3 – зона не требующая замены футеровки, 4 – зона кладки огнеупоров П91-1 и П91-15, 5 – зона максимального износа стены

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НАПРАВЛЕНИЕМ ГОРЕНИЯ ДУГИ ПО ТЕМПЕРАТУРНОМУ РЕЖИМУ ФУТЕРОВКИ ПЕЧИ

И.Е. Сеницын, М.Н. Мусолин

Рязанский государственный радиотехнический университет

В систему управления функционально включены 24-е термопары типа «Вольфрам-рений-вольфрам». Сигнал с термопар через три контроллера ADAM-5018 (каждый обслуживает 8 термопар) и преобразователь интерфейса ADAM-4020 передается на ПЭВМ. На ПЭВМ программно по данным с каждой термопары определяется скользящее среднее значение температуры секторов футеровки. По периметру камеры термопары равномерно распределяют в трех зонах А, В, С. Средние данные с термопар заносятся в три архива (по одну на зону). По каждой из термопар устанавливается предельное значение температуры футеровки, при превышении которой выдается сигнал аварии. Из полученных данных формируется сигнал управления токами трех соленоидов по следующим условиям:

1. Условие $\perp$ (перпендикулярности) вектора отклонения дуги вектору поля.

2. Дискретность поворота вектора поля $= -15^\circ$ по числу установленных термопар (24 термопары на 360°).

3. Намотка всех соленоидов в одном направлении.

4. Оси соленоидов сдвинуты относительно друг друга на 120° .

5. Максимальный ток в соленоиде равен 1 (условное обозначение).

6. Направление полей, при нулевом отклонении дуги и $\left| \vec{I}_1 \right| = \left| \vec{I}_2 \right| = \left| \vec{I}_3 \right|$, к

центру печи, так что $\vec{B}_\Sigma = \vec{0}$ (векторное суммирование).

7. Начало отсчёта определено в центре печи, т.е. в точке пересечения осей соленоидов или векторов индукций соленоидов при нулевом отклонении дуги.

8. Ось ОХ горизонтальная ось с началом отсчёта в точке пересечения осей соленоидов и положительным направлением отсчёта слева направо.

9. Ось ОХ $\perp$ оси третьего соленоида, расположенного в верхней полуплоскости вертикально относительно начала отсчёта.

10. Порядок следования соленоидов - по часовой стрелке начиная с правого нижнего.

11. Вертикальный - подводящий электрод предполагается в начале отсчёта.

12. Дуга - поток электронов (отрицательно заряженные частицы).

$$\text{условие } \vec{B} \equiv \vec{I} \cdot K.$$

На рисунке 1 показано расположение термопар (1-24) и соленоидов (I, II, III) по периметру печи с учетом расположения обрамляющих конструкций (1, 2, 3, 4).

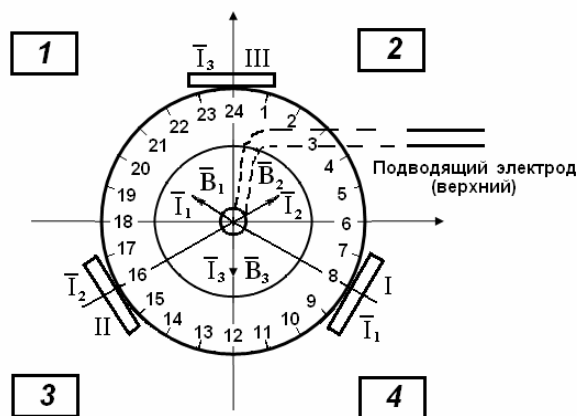


Рис.1. Расположение термодпар и соленоидов по периметру печи

Модули токов $\left| \bar{I}_1 \right|$, $\left| \bar{I}_2 \right|$, $\left| \bar{I}_3 \right|$ условно приняты за единицу. В реальном исполнении они могут быть любыми, но равными. Направления токов определяются знаками в выражениях сумм токов.

Сформированные сигналы через контроллер ADAM-5056 передаются на исполнительные устройства соленоидов.

В системе предусмотрена корректировка токов соленоидов (I_1 , I_2 , I_3).

Программное обеспечение и графический интерфейс оператора установки созданы на базе пакета GeniDAQBuilder.

Графический интерфейс (рисунок 2) включает в себя:

- мнемосхему плавильной камеры с расположенными по периметру в зонах А, В, С 24-х термодпар (по 8 штук в зоне);
- индикацию максимальной средней температуры в зоне, с указанием номера термодпары и значения температуры;
- средство просмотра архива значения температур зон футеровки;
- регуляторы для коррекции уставки токов соленоидов (уставка I_1 , I_2 , I_3);
- кнопку включения установки в работу.

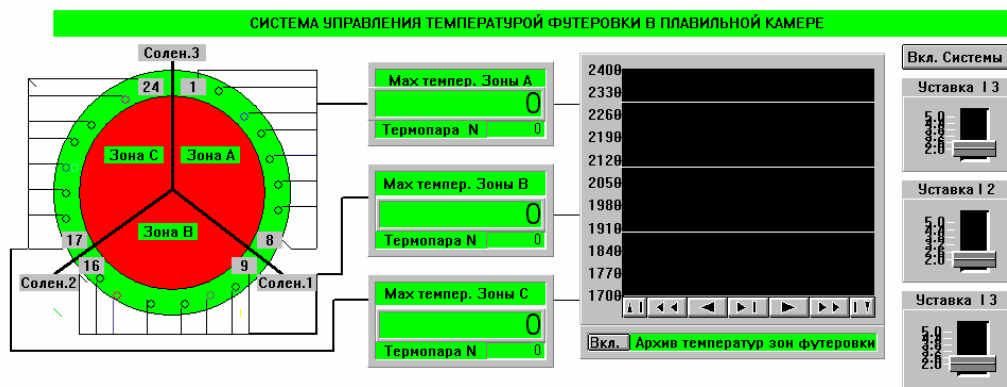


Рис.2. Графический интерфейс оператора

Разработанную автоматизированную систему управления направлением горения дуги по температурному режиму футеровки печи планируется использовать на ОАО «Тяжпрессмаш» г. Рязань при реконструкции электродуговой печи переменного тока объемом 6 тонн и переводе ее на работу при постоянном токе.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВОБОДНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ВОЕННО-ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ ДИНАМИКИ

Деннер И.В.

Научный руководитель – А. М. Шевченко, к.т.н.

Филиал Военного учебно-научного центра Сухопутных войск «Общевойсковая академия Вооруженных Сил Российской Федерации»

Развитие компьютерной техники и свободного программного обеспечения позволяет создавать несложные программы, с помощью которых можно оперативно решать многие военно-прикладные задачи. Целью работы является иллюстрация возможностей свободного программного обеспечения для решения военно-прикладных задач динамики. Рассматриваются два примера: 1) моделирование траекторных параметров движения снаряда; 2) моделирование движения груза на двухступенчатой парашютной системе.

Программа для моделирования траекторных параметров движения снаряда была разработана для наглядной иллюстрации основных свойств траектории, механизма введения поправок на различные факторы, при которых условия стрельбы отличаются от нормальных (влияние атмосферных условий, движение цели и т. п.). Решается система уравнений внешней баллистики [1]. В результате рассчитываются параметры движения снаряда в любой точке траектории при стрельбе по неподвижной цели. Проведенное тестирование и сравнение с таблицами стрельбы показало, что с помощью разработанных программ можно моделировать основные свойства траектории снаряда в воздухе, механизм определения различных поправок, решать разного рода баллистические задачи.

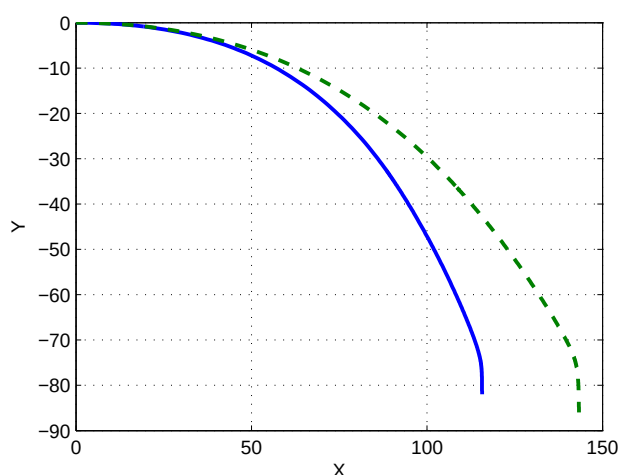
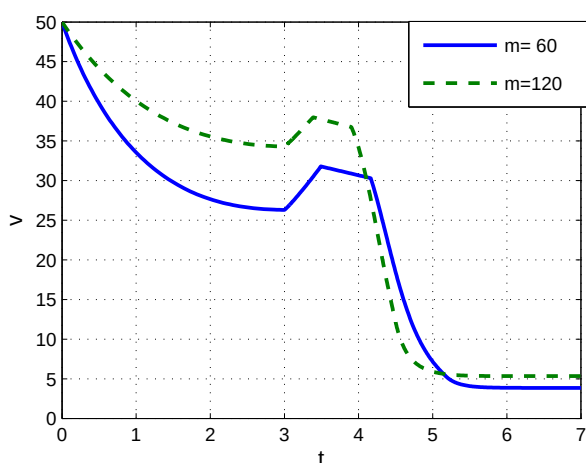
Расчёт параметров движения парашютных систем (ПС) требует привлечения экспериментальных данных, совместного решения уравнений аэродинамики, аэроупругости, динамики полёта [2]. Поэтому полезна разработка упрощенных моделей, позволяющих получить приближенные, но реалистичные данные о движении груза на ПС [3,4].

В работе моделируются основные фазы движения груза на двухступенчатой ПС Д-6 [5]: 1) движение на стабилизирующем куполе; 2) выход строп основного купола; 3) наполнение; 4) раскрытие и снижение на основном куполе.

При выполнении работы использовалось только свободное программное обеспечение: операционная система Debian GNU/Linux, система для математических вычислений GNU Octave вместе с Gnuplot для построения графиков, офисный пакет OpenOffice и др. Разработанные программы просты в использовании и не требуют больших вычислительных ресурсов. Ниже представлен пример расчёта.

На рисунке 1 показаны типичные зависимости скорости от времени и траектории движения грузов различной массы (60 и 120 кг) при нормальных атмосферных условиях. Рисунок 1а хорошо иллюстрирует все фазы

движения груза на 2-х ступенчатой парашютной системе. В течение первых трех секунд (время стабилизации) груз движется на стабилизирующем парашюте. Его скорость уменьшается и становится близкой скорости установившегося снижения на стабилизирующем куполе. Через 3 с раскрывается двухконусный замок. Теряется жесткая связь между грузом и парашютом. Наблюдается так называемый «провал» [5]: скорость объекта растет, а скорость парашюта сильно уменьшается. Эта фаза длится около 0.5 с. Далее - наполнение купола. Затем раскрытие и движение на основном куполе. Примерно через 7 с скорость становится равной скорости установившегося снижения на основном куполе.



а) зависимость скорости от времени;

б) траектория

Рисунок 1 – Влияние массы груза на траекторные параметры

Этот пример показывает достоверность получаемых данных, возможность моделировать основные фазы прыжка парашютиста на двухступенчатой ПС. В работе приводятся результаты, показывающие влияние метеоусловий, скорости десантирования, времени стабилизации, массы груза на параметры его движения.

Таким образом, использование свободного программного обеспечения позволяет эффективно решать военно-прикладные задачи, экономить вычислительные и финансовые затраты на обеспечение расчётов.

Библиографический список

1. Правдин В.М., Шанин А.П. Баллистика неуправляемых летательных аппаратов. - Снежинск: Изд-во РФЯЦ - ВНИИТФ, (1999).
2. Белоцерковский С.М., Ништ М.И., Пономарев А.Т., Рысев О.В. Исследование парашютов и дельтапланов на ЭВМ. М.: Машиностроение, 1987.
3. Лобанов Н.А. Основы расчета и конструирования парашютов. - М.: Машиностроение, 1965.
4. Френч К.Е. Наполнение парашютов // Ракетная техника и космонавтика, - 1963. - Т.1. - №11. С. 198-202
5. Герасименко И.А. Воздушно-десантная подготовка. - М.: Военное изд-во, 1985.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОДНОИМЕННЫХ ТОЧЕК НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ С РАЗЛИЧНЫМ ПРОСТРАНСТВЕННЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ

Г.Ю. Зенкин

Научный руководитель – Еремеев В.В.

д-р техн. наук, профессор

Филиал ФГУП "ГНПРКЦ "ЦСКБ-Прогресс" – ОКБ "Спектр"

В исходном виде изображения, формируемые с помощью различных систем дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), не могут быть использованы по назначению, поскольку имеют значительные геометрические искажения по отношению к объектам наблюдаемой сцены [1].

На одном космическом аппарате (КА) может быть установлена аппаратура, имеющая различную разрешающую способность, но общую полосу обзора. Ставится задача калибровки датчика более низкого пространственного разрешения по данным, полученным с датчика более высокого разрешения.

Поскольку изображение с более высоким разрешением используется в качестве опорного, частота дискретизации изображения с низким разрешением должна быть увеличена. Основное несоответствие между двумя изображениями заключается в различии их наземных интервалов дискретизации (GSI). Помимо выравнивания этих интервалов, могут потребоваться и другие преобразования: смещение, поворот и устранение несоответствий более высокого порядка [2].

Для проверки возможности совместной обработки изображений, полученных с датчиков разного пространственного разрешения, при решении задачи отождествления был применен классический корреляционный алгоритм (ККА). Под классическим алгоритмом корреляционной обработки изображений понимается вычисление функции взаимной корреляции или интеграла типа свертки с последующим поиском максимума этой функции.

Для реальных спутниковых изображений земной поверхности используется нормированная взаимная корреляционная функция [3]:

$$\rho(\alpha, \beta) = \frac{1}{\sigma_f \sigma_g} [R(\alpha, \beta) - \bar{f} \cdot \bar{g}], \quad (1)$$

где σ_f, σ_g и $\bar{f}, \bar{g}$ – среднеквадратические отклонения и средние значения отсчетов яркости фрагментов изображений.

Для эксперимента были сформированы образцы изображений, моделирующие данные съемки датчиками, обладающими различными пространственными и спектральными характеристиками. Для этого выполнены следующие операции:

- преобразование гиперспектрального изображения в панхроматическое;
- ослабление \ усиление динамического диапазона яркостей пикселей в каждом канале;
- увеличение частоты дискретизации путем усреднения видеоданных;
- аффинные геометрические преобразования.

Результаты по выборке из 10 пар изображений с различной степенью однородности местности показали, что классический корреляционный алгоритм обеспечивает точность идентификации в пределах 1-2 пикселей

частой решетки для хорошо текстурированных изображений, при соотношении их GSI, достигающем 8:1.

В настоящее время ведутся работы по оптимизации точности и времени работы алгоритмов идентификации одноименных точек на изображениях с большим соотношением наземных интервалов дискретизации.

GNU RADIO КАК ОСНОВА МАЛОБЮДЖЕТНОЙ SDR ЛАБОРАТОРИИ

Н.В. Кокарев, Д.Д. Стоянов, М.А. Дубов, А.Л. Приоров

Научный руководитель – А.Л.Приоров, д.т.н., доц.

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Университетские курсы в области связи и цифровой обработки сигналов (ЦОС) требуют наглядных лабораторных работ и демонстраций обработки радиосигнала. Все эти курсы требуют своего программного обеспечения, лабораторных макетов и приборов, которые часто слишком дороги, и не все вузы имеют возможность использовать их в учебном процессе. Активно используемая на сегодняшний день технология Software Defined Radio (SDR) открывает возможность создания универсальной и очень гибкой системы обработки радиосигнала. При наличии одной программно-аппаратной платформы возможно обеспечить ей учебную и научную деятельность по большинству курсов, объединенных тематикой современной радиосвязи. В данной работе предлагается один из вариантов реализации бюджетной SDR-лаборатории.

Поскольку комплекс предназначен для организации учебного процесса и проведения научных исследований, то качественным отличием от традиционных аппаратно-зависимых платформ, должна быть возможность самостоятельного изменения практически всех параметров, способов обработки сигнала, возможности использования собственных алгоритмов. Специально смоделированный или реальный радиосигнал должны быть легкодоступны для визуализации, анализа его особенностей и набора статистики во всех значимых точках системы обработки.

Немаловажным требованием предъявляемое к комплексу, – его стоимость. Она должна быть настолько малой, чтобы сделать его доступным целевым потребителям при возможностях сопоставимых с более дорогими решениями.

Как и все программно-определяемые радиосистемы, предлагаемый комплекс должен состоять из двух частей (рис.1)- аппаратный модуль и компьютер с программным обеспечением. В качестве аппаратной части предлагается использовать малогабаритный радиоприемник общего назначения, способный, преобразовать поступающий на него сигнал для передачи в компьютер по аудио-интерфейсу, USB или Ethernet.

Основой SDR лаборатории является гибкое и многофункциональное программное обеспечение, установленное на компьютер, которое реализует весь функционал системы.

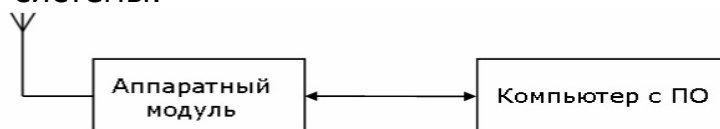


Рисунок 1. Структура комплекса

Одним из существующих программных решений является GNU Radio.

GNU Radio — это мощный программный пакет с открытым исходным кодом, предназначенный для реализации алгоритмов программно-определённого радио. В состав GNU Radio входит графический пользовательский интерфейс GNU Radio Companion похожий на Simulinc в MatLab, который позволяет создавать необходимое приложение обработки и анализа сигнала, просто, перетаскивая необходимые блоки в рабочую область и соединяя их в нужном порядке при помощи компьютерной мыши. На рис.2 показано рабочее окно программы и пример узкополосного AM приемника, который фильтрует и демодулирует входной сигнал и выдает результат на звуковую карту компьютера. Каждый блок имеет свои параметры и гибкие настройки.

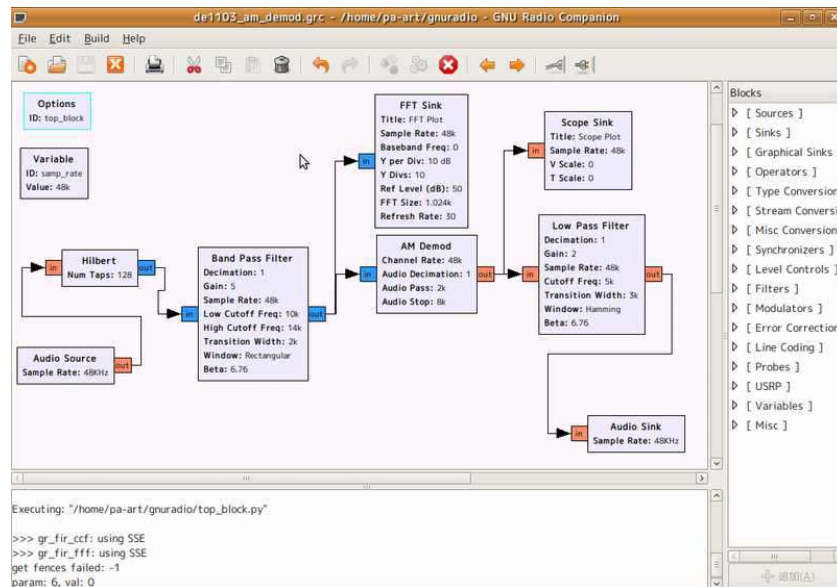


Рисунок 2. Рабочее окно GNU Radio

В библиотеке программы есть все необходимые блоки для разработки и анализа приложений SDR устройств. Однако в случае отсутствия необходимого блока в библиотеке пользователь может написать его на языке C++ и добавить в программу.

Основные преимущества программы GNU Radio заключены в следующих положениях:

GNU Radio — это свободно распространяемый программный пакет с открытым исходным кодом.

На просторах internet создана группа gnuradio.org, предназначенная для развития и поддержки программы. Благодаря тому, что в группу входят студенты различных вузов, специалисты по разработке программного обеспечения и просто радиолюбители, GNU Radio постоянно обновляется, увеличивается набор компонентов и оптимизируется их работа.

Наличие всех необходимых блоков для визуализации и реализации алгоритмов приемника GNU Radio позволяет собрать лабораторный макет, очень быстро не прибегая к программированию.

При проведении научных исследований GNU Radio позволяет включить в свою библиотеку самостоятельно созданный блок, выполняющий специфические задачи, не предусмотренные базовым набором компонентов.

НЕЛИНЕЙНАЯ МОДЕЛЬ РЕЧЕВОГО СИГНАЛА НА ОСНОВЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ В АНАЛИТИЧЕСКОМ ВИДЕ

Д.Ю. Мамушев, И.Н. Филатов

Научный руководитель – д.т.н. проф. С.Н. Кириллов

Рязанский государственный радиотехнический университет

Одной из актуальных задач современных систем обработки и передачи речи является необходимость разработки эффективных по параметрам сжатия и вычислительным затратам моделей анализа и синтеза речевых сигналов (РС). Известна возможность описания почти любого сигнала в аналитическом виде, что может быть использовано при обработке и передаче РС. Для корректного формирования указанного описания РС осуществляется его преобразование к виду узкополосного процесса по средствам методов из [1]. Предложена модель формирования РС на основе его представления в виде огибающей и фазы и последующей обработкой их с применением методов вейвлет-анализа [2].

Схема обработки РС на основе предложенной модели представлена на рисунке 1.

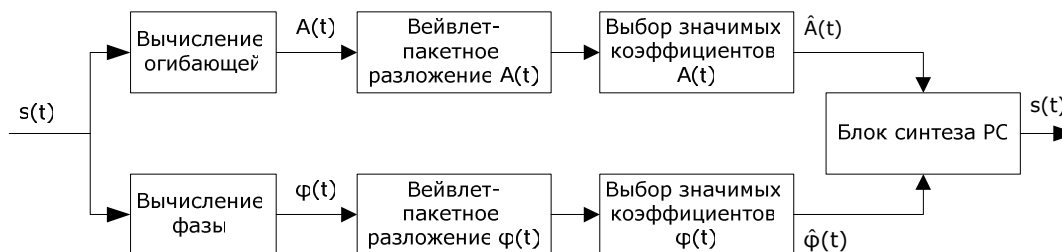


Рисунок 1

Экспериментальные исследования предложенной модели показали возможность синтеза РС при компрессии исходного описания в 4 и более раз с потерей качества по отношению к исходному РС не более 20% по узнаваемости речи, которая оставалась в диапазоне хорошей либо удовлетворительной в соответствии с ГОСТ 50840 Р-97.

Библиографический список

1. М.В. Верзунов. Однополосная модуляция, М. Мир, 1968. – 315 с
2. Д.Ю. Мамушев, А.А. Лоцманов, С.Н. Кириллов. Нелинейная модель синтеза вокализованных звуков сигналов голосового источника // X международная научно-техническая конференция студентов и аспирантов "РАДИОЭЛЕКТРОНИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭНЕРГЕТИКА", Тез.докладов, Москва 2004 г. с. 23-24.

ПОИСК ПОХОЖИХ ФРАГМЕНТОВ РЕЧЕВОГО СИГНАЛА НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМА К-СРЕДНИХ

А.И. Топников, И.А. Веселов, С.А. Новоселов

Научный руководитель – Приоров А.Л.

д-р техн. наук, доцент

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

В докладе рассматривается новый подход к поиску похожих фрагментов речевого сигнала на основе алгоритма кластеризации к-средних, а также базирующийся на применении этого подхода метод шумоподавления.

Характер задачи поиска похожих фрагментов речевого сигнала позволяет сформулировать ее как задачу кластеризации. Фрагменты речевого сигнала, отнесенные к одному из классов, могут интерпретироваться как похожие фрагменты. В качестве алгоритма кластеризации выбран широко распространенный алгоритм к-средних (k-means). Сочетание предлагаемого подхода к поиску похожих фрагментов и принципа нелокального усреднения [1] позволяют создать метод шумоподавления. Приведем краткое описание данного метода.

Исходный зашумленный сигнал разбивается на перекрывающиеся окна длиной 512 отсчетов, каждое из которых, в свою очередь, разбивается на перекрывающиеся фрагменты длиной 16-20 отсчетов. Затем набор фрагментов поступает на вход алгоритма кластеризации к-средних. В результате работы алгоритма кластеризации каждый из фрагментов относится к определенному классу (кластеру). Фрагменты зашумленного речевого сигнала, относящиеся к одному кластеру, усредняются между собой и заменяются копиями фрагмента, полученного в результате усреднения. Выполнение описанной последовательности операций приводит к подавлению аддитивного шума в речевых сигналах.

Для достижения высокого качества обработки на вход алгоритма кластеризации должен подаваться не исходный зашумленный сигнал, а так называемый опорный сигнал, который получается из входного путем применения метода шумоподавления, предложенного Скаларом и Филхо [2]. При этом обратное преобразование Фурье в методе Скалара осуществляется только для спектральных составляющих, соответствующих частотному интервалу от 0 до 2000 Гц.

Предложенный метод шумоподавления, основанный на использовании алгоритма к-средних и принципа нелокального усреднения во временной области, реализован в среде моделирования Matlab. Тестирование производится на речевой базе, состоящей из 30 аудиозаписей. Частота дискретизации речевых сигналов составляет 8 кГц, отсчеты представлены с использованием импульсно-кодовой модуляции, точность представления отсчетов – 16 бит на отсчет. В качестве модели шума использовался аддитивный белый гауссовский шум. Реализации шума генерировались при помощи встроенной функции среды моделирования Matlab.

Новый метод шумоподавления хорошо сохраняет структуру спектра речевого сигнала, при этом в спектральной области не наблюдается локальных всплесков, возникающих при работе ряда других методов шумоподавления. Субъективная оценка результатов работы предложенного метода на слух при отношениях сигнал/шум (ОСШ), находящихся в пределах

от -10 до 10 дБ, позволяет сделать выводы о том, что имеет место существенное улучшение качества обрабатываемых речевых сигналов. Важной особенностью метода является отсутствие в выходном сигнале артефактов типа "музыкальный шум".

Также произведено сравнение предложенного метода с более ранней версией одномерного метода нелокального усреднения, описанного в [1], на основе объективных критериев качества. Анализ на основе критерия PESQ позволяет сделать вывод о превосходстве предлагаемого метода во всем исследуемом диапазоне входных ОСШ (от -10 до 10 дБ). Выигрыш предлагаемого метода по сравнению с более ранней версией одномерного метода нелокального усреднения составляет в зависимости от ОСШ 0,06–0,17 по шкале MOS (Mean Opinion Score). По сравнению с исходным зашумленным сигналом применение предлагаемого метода позволяет улучшить качество на 0,23–0,77 единиц шкалы MOS.

Более детальный анализ позволяет сделать трехкомпонентный комбинированный критерий качества [3]. В этом методе качество сигнала характеризуется тремя значениями: Csig (качества речевого сигнала), Cbak (качество фона), Covl (общее качество). Можно сделать вывод, что при низких значениях ОСШ (-5 и -10 дБ) метод на основе кластеризации превосходит классическую версию метода нелокального усреднения по качеству обработки речевого сигнала и общему качеству. В положительной области значений ОСШ тенденция имеет противоположный характер – несколько лучшее качество обработки сигналов и общее качество показывает классическая версия метода нелокального усреднения, что особенно заметно при ОСШ=10 дБ. По качеству обработки фона во всем исследуемом диапазоне значений ОСШ оба метода показывают крайне близкие результаты.

Таким образом, представлен новый подход к поиску похожих фрагментов речевого сигнала, базирующийся на применении алгоритма кластеризации к-средних. Данный подход в сочетании с принципом нелокального усреднения приводит к созданию метода шумоподавления. Субъективная и объективная оценка работы предложенного метода позволяет выявить улучшение качества зашумленных речевых сигналов. Важным свойством метода является отсутствие в обработанных сигналах артефактов типа "музыкальный шум", присущих ряду методов, базирующихся на обработке речевых сигналов в спектральной области.

Библиографический список

1. Новоселов С.А., Топников А.И., Савватин А.И., Приоров А.Л. Подавление шума в речевых сигналах на основе метода нелокального усреднения // Цифровая обработка сигналов. 2011. №4. С. 23–28.
2. Scalart P., Filho J.V. Speech enhancement based on a priori signal to noise estimation // IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP-96). V. 2. 1996. P. 629–632.
3. Hu Y., Loizou P. Evaluation of objective quality measures for speech enhancement // IEEE Transactions on Speech and Audio Processing. V.16 Is. 1. 2008. P. 229–238.

ПОДДИАПАЗОННЫЙ АНАЛИЗ РАЗБОРЧИВОСТИ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ В ЗАДАЧЕ ШУМОПОДАВЛЕНИЯ

И.А. Веселов, А.И. Топников, А.В. Куликов

Научный руководитель – Приоров А.Л. д-р техн. наук, доцент

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Работа многих радиотехнических систем связана с обработкой и передачей речевых сигналов. При этом в ряде случаев возможны значительные искажения сигналов, вызванные наложением аддитивного шума. Они не только ухудшают эстетическое качество речи, но также могут приводить и к снижению разборчивости речи. Разборчивость – одна из важнейших характеристик речевых сигналов, применяемых в области телекоммуникаций, а также системах голосового управления и ряде систем других типов. В виду важности этой характеристики, возникает необходимость в оценке и отслеживании разборчивости. Субъективные методы оценки разборчивости обладают высокой степенью сложности и ресурсоемкостью, поэтому в последние десятилетия активное развитие получили исследования, связанные с объективной оценкой разборчивости.

Поскольку спектральная плотность мощности речевого сигнала неравномерна и существует значительные отличия в спектральных свойствах гласных и согласных звуков, предлагается проводить анализ разборчивости речевых сигналов, полученных в процессе шумоподавления, в отдельных поддиапазонах. Дополнительной предпосылкой к поддиапазонному анализу разборчивости является предположение о том, что эффективность существующих методов при подавлении шума в различных частотных полосах отличается. Выбор большого числа отдельно анализируемых поддиапазонов приведет к значительному увеличению трудоемкости, а также осложнит анализ, поэтому предлагается разделить весь анализируемый спектр речевого сигнала на 2 и 3 поддиапазона.

В качестве основы для создания поддиапазонного метода анализа разборчивости выбран критерий SNR loss [1]. Выбор этого эталонного метода в качестве основы связан с тем, что он учитывает особенности искажений, вносимых системами шумоподавления, и обладает высокой точностью. Критерий SNR loss заключается в вычислении значения SNRloss, которая изменяется в интервале от 0 до 1 и характеризует разборчивость речевого сигнала. Нулевое значение соответствует идеальной разборчивости, а единичное значение – нулевому уровню разборчивости.

Предлагаемая модификация критерия SNR loss не затрагивает первые пять этапов этого критерия, а последние два этапа осуществляются отдельно для 2 или 3 поддиапазонов (в зависимости от варианта модификации).

Важно, чтобы при выборе границ поддиапазонов суммы весов, соответствующих разным поддиапазонам, примерно равнялись друг другу. Предлагаемое распределение критических полос по поддиапазонам представлено в табл. 1. Наборы центральных частот, ширина полос, а также весовые коэффициенты для критических полос аналогичны, приведенным в [1], и не подвергались изменениям.

Таблица 1. Распределение критических полос по поддиапазонам

Тип модифика-	Номер под-	Номера объе-	Диапазон централь-	Сумма весовых
---------------	------------	--------------	--------------------	---------------

ции	диапазона	диняемых по- лос	ных частот объеди- няемых полос, Гц	коэффициентов объединяемых полос
2-х поддиапа- зонная	1	1-12	50,000 – 904,128	0,6703
	2	13-25	1020,380 – 3597,630	0,6399
3-х поддиапа- зонная	1	1-8	50,000 – 540,000	0,4403
	2	9-16	617,372 – 1442,540	0,4139
	3	17-25	1610,700 – 3597,630	0,4560

Таким образом, в предложенной модификации шестой этап в процессе вычисления критерия SNR loss заменяется на усреднение значений $SNR_{LOSS}(j, m)$, полученных на пятом этапе, по отдельным группам полос, образующим поддиапазоны:

$$fSNR_{LOSS}(n, m) = \frac{\sum_{j=S_n}^{E_n} W(j) \cdot SNR_{LOSS}(j, m)}{\sum_{j=S_n}^{E_n} W(j)},$$

где n – номер поддиапазона, S_n – номер начальной полосы поддиапазона, E_n – номер конечной полосы поддиапазона, $W(j)$ – весовая функция, учитывающая психоакустические закономерности восприятия речевых сигналов, j – номер критической полосы. Заключительный этап вычислений в модифицированном случае принимает следующий вид:

$$\overline{SNR_{LOSS}}^n = \frac{1}{M} \sum_{m=0}^{M-1} fSNR_{LOSS}(n, m).$$

Если в оригинальной версии критерия SNR loss разборчивость речевого фрагмента характеризовалась единственным коэффициентом, то в предлагаемой версии число коэффициентов увеличивается до 2-3 (в зависимости от варианта модификации), однако их арифметическое среднее (при необходимости высокой точности – взвешенное среднее) совпадает со значением критерия SNR loss. Каждый из поддиапазонных коэффициентов характеризует разборчивость речевого сигнала в определенной полосе, что позволяет более детально анализировать работу существующих методов шумоподавления и на основе этого анализа производить их усовершенствование.

Библиографический список

1. Ma J., Loizou P.C. SNR loss: a new objective measure for predicting the intelligibility of noise-suppressed speech // Speech Communication. V. 53. Is. 3. 2011. P. 340–354.

КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

А.А. Юдаков¹

Научный руководитель – Еремеев В.В.,

д-р техн. наук, профессор²

¹ ФГУП «ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс» ² ФГБОУВПО «РГРТУ»

Одним из наиболее известных и разработанным примером искусственной нейронной сети (ИНС), реализующей обучение без учителя, является "самоорганизующаяся карта признаков" [3]. Такая модель получила название сети Кохонена (СК). Рассмотрим принципиальную возможность применить модель Кохонена для решения задачи кластеризации на космическом гиперспектральном изображении [1].

Сеть Кохонена имеет один слой нейронов. Число входов каждого нейрона равно размерности входного образа. Количество нейронов в слое определяется числом различных кластеров, которые сеть может распознать. При достаточном числе нейронов и удачном обучении сеть Кохонена позволяет выделить основные группы образов и определить особенности полученных кластеров [2]. Цель обучения состоит в определении структуры r -мерных входных данных и последующее представление ее на карте Кохонена в виде распределения нейронных активностей. Применительно к задаче локализации (полной сегментации) реализуется процедура кластеризации образов в пространстве признаков.

Отличия определяются способом сопоставления анализируемой области изображения с вектором признаков, т.е. выбором пространства признаков. Например, в [4] предлагается использовать характеристический вектор, компонентами которого являются статистические зависимости анализируемого пространства.

Недостатком подобного подхода являются значительные дополнительные вычисления. В противоположность этому более предпочтительным вариантом выглядит использование базовых характеристик точек изображения, задание которых не связано с дополнительной обработкой. Целесообразно предположить, что для гиперспектральных изображений базовыми характеристиками можно определить уровень интенсивности поля в точке для R_n диапазонов $f_1(x, y), f_2(x, y), \dots, f_n(x, y)$.

В случае обработки апертурой (например, двумерной сеткой размером 3×3) вектор признаков представляет собой характеристический вектор из $n \cdot 9$ элементов: интенсивность поля для всех девяти точек в R_n диапазонах. После завершения процесса обучения ИНС готова для решения задачи кластеризации гиперспектральных снимков. Иными словами сеть осуществляет автоматическую (включая процесс обучения) классификацию, относя входной вектор к тому или иному классу.

Основными недостатками использования СК являются следующие обстоятельства:

- метод обучения является чисто эвристическим и завершение процедуры обучения не основывается на строгих оптимизационных математических моделях;
- обучение реализуется на основе случайного выбора, поэтому итоговые весовые коэффициенты выходных нейронов зависят от входной последовательности;
- различные начальные условия, как правило, приводят к различным результатам обработки.

Таким образом, использование сети Кохонена для решения задач автоматического обучения ИНС и последующего разделения входных векторов спутникового изображения на классы приводит к затруднениям связанным с заметной нестабильностью получаемых результатов. Для получения ви-

зуально приемлемых результатов алгоритм обработки необходимо выполнить многократно.

Для дальнейшего повышения качества и эффективности обработки гиперспектральных снимков требуется дальнейшее изучение и проработка различных способов комбинирования и совершенствования методов искусственного интеллекта.

Библиографический список

1. Пылькин А.Н., Тишкин Р.В. Методы и алгоритмы сегментации изображений. – М.: Горячая линия – Телеком, 2010. – 92 с.
2. Комарцова Л.Г., Максимов А.А. Нейрокомпьютеры, М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 400с.
3. Kohonen T. Self-Organizing Maps Springer 2001 501с.
4. Lee J. и др. A Neural Network Approach to Cloud Classification IEEE Trans. On Geosciences and Remote sensing vol. 28 No.5 1990.

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

Ю.В.Гугель, Ю.Л.Ижванов ФЕДЕРАЛЬНАЯ УНИВЕРСИТЕТСКАЯ СЕТЬ RUNNET. СОСТОЯНИЕ И АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ.....	3
А.В. Крошилин, С.В. Крошила ПРINCИПЫ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МЕДИЦИНСКОГО УЧРЕЖДЕНИЯ.....	11

Секция 1

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

А.И. Исмаилова ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ИНТЕРНЕТ-ТЕСТИРОВАНИЯ MOODLE ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПАКЕТА ГЕНЕРАТОРОВ МНОГОЭТАПНЫХ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ.....	13
М.В. Илюшин, В.С. Гранкин К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В УСЛОВИЯХ АКУСТИЧЕСКИХ ШУМОВ.....	15
М.М. Запольская, Л.В. Ивлиева, Е.С. Лукьянова ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ЗАБОЛЕВАНИЙ ВЕНОЗНОЙ И ЛИМФАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМ ЧЕЛОВЕКА.....	16
Е.С. Юхимович ОБРАБОТКА НАЗВАНИЙ ЛЕКАРСТВ НА ОСНОВЕ РАССТОЯНИЯ ЛЕВЕНШТЕЙНА.....	18
Т.И. Пакина ТЕХНОЛОГИЯ ПРЕПОДАВАНИЯ РАЗДЕЛА «ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ» В ВУЗЕ.....	19
П.А. Блинов, Э.А. Блинова ПРОГРАММНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЕКТИВНОГО ПОКРЫТИЯ ЛИШАЙНИКОВ-ЭПИФИТОВ.....	20
А.Ю. Антомонов ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ ТЕХНОЛОГИЙ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ КОНФИДЕНЦИАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ В DLP-СИСТЕМАХ.....	21
А.В. Кирюхин ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДЫ ГРАФИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ LABVIEW ДЛЯ ОБРАБОТКИ БИМЕДИЦИНСКИХ СИГНАЛОВ И ДАННЫХ.....	23
Ю.А. Конюшева ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОГНИТИВНЫХ КАРТ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ ПРОГНОСТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ	25
А.И. Гаврилова ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ И РАЗРАБОТКИ КОЛЛЕКТИВНО-ДОГОВОРНЫХ АКТОВ.....	27
Р.Е. Медведев ИСПОЛЬЗОВАНИЕ OPEN SOURCE ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	28
Я.О. Картавенко АЛГОРИТМЫ КЛАССИФИКАЦИИ ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ ЧЕЛОВЕКА ПО РЕЧИ.....	29

Н.Д. Абасов, А.М. Анкина, Д.И. Ржевский СИНТЕЗ СТРУКТУРЫ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОГО РЕГИСТРАТОРА ЗАЩИЩЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ, ФУНКЦИОНИРУЮЩЕГО В КЛАССАХ ВЫЧЕТОВ.....	30
М.А. Зилотова , С.С. Кобелева , Т.В. Соколова КВАНТОВАЯ КРИПТОГРАФИЯ В ЗАЩИТЕ ИНФОРМАЦИИ.....	33
В.В. Белов, М.В. Наумович МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ СОБЫТИЙ С НЕОПРЕДЕЛЕННЫМИ ВРЕМЕННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ В ПЕРСОНАЛЬНОМ ПЛАНИРОВАНИИ.....	34
М.Ю. Китаев ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА РАБОТЫ СИСТЕМ ОП- РЕДЕЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ВОЗДУЖНЫХ СУДОВ.....	35
М.И. Купцов О ПРОВЕДЕНИИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПСИХОДИАГНОСТИКИ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ ЕЁ РЕЗУЛЬТАТОВ	36

Секция 2

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

И.В. Ионова УСЛОВИЕ СУЩЕСТВОВАНИЯ ЛОКАЛЬНОГО МИНИМУМА ФУНКЦИОНАЛА, ОПРЕДЕЛЕННОГО НА МНОЖЕСТВЕ РЕШЕНИЙ УПРАВЛЯЕМОЙ СИСТЕМЫ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ИНТЕГРАЛЬНЫМ КРИТЕРИЕМ КАЧЕСТВА.....	39
Е. М. Ларина УПРАВЛЯЕМОСТЬ ЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА.....	40
С.И. Ромадина ПЕРИОДИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ПАРАМЕТРОМ.....	41
И.В. Смирнов КРАЕВАЯ ДВУХТОЧЕЧНАЯ ПЕРИОДИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ПАРАМЕТРОМ.	41
А.О. Харламова ДВУХТОЧЕЧНАЯ КРАЕВАЯ ЗАДАЧА НЕЛИНЕЙНОЙ УПРАВЛЯЕМОЙ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ.	43
А.С. Силоян О МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ В ЗАДАЧЕ ПАДЕНИЯ ТЕЛА...	43
И.А. Серов ПРОГРАММА РАСЧЕТА ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ПЛИТЫ	45
А.И. Тхориков РАСЧЕТ ПЛИТЫ, НАГРУЖЕННОЙ СОСРЕДОТОЧЕННОЙ НАГРУЗКОЙ, В ПАКЕТЕ MATHCAD	46
В.С. Ведров РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЯ ПУАССОНА В ТАБЛИЧНОМ ПРОЦЕССЕ CORE MICROSOFT EXCEL	47
Ю.С. Соколова ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПИСАТЕЛЬНЫХ МЕТОДОВ SURVIVAL ANALYSIS ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ТЕНДЕНЦИЙ ПОВЕДЕНИЯ ОБЪЕКТОВ В УСЛОВИЯХ НЕПОЛНОТЫ ИНФОРМАЦИИ.....	49
И.С. Потапова ИССЛЕДОВАНИЕ УПРАВЛЯЕМОСТИ СИСТЕМ, ОПИСЫВАЕМЫХ ЛИНЕЙНЫМИ СИСТЕМАМИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ПЕРЕМЕННЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ.....	51

Секция 3 ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

А.П. Рыжков АЛГОРИТМ НЕЙРОСЕТЕВОЙ ОБРАБОТКИ РЕЧЕВЫХ ДАННЫХ ДЛЯ НИЗКОСКОРОСТНЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ.....	53
А.А. Руфов ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РЯДА КОТЕЛЬНОГО ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ГАРМОНИЧЕСКОГО СИГНАЛА ПРИ МАЛОМ ЧИСЛЕ ОТСЧЕТОВ.....	55
А.Ю. Паршин ПРИМЕНЕНИЕ МАКСИМАЛЬНО ПРАВДОПОДОБНОГО ОЦЕ- НИВАНИЯ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ РАЗМЕРНОСТИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ.....	56
Е.С. Штрунова СНИЖЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЗАТРАТ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЧАСТИЧНОЙ АДАПТАЦИИ ФАЗИРОВАННОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ РЛС	58
С.А.Юдкин ОЦЕНКА ОТНОШЕНИЯ СИГНАЛ-ШУМ НЕЭТАЛОННЫМИ МЕТРИКАМИ ДЛЯ QAM СИГНАЛОВ.....	60
Л.В. Чинь АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ПОДВИЖНОГО ИСТОЧНИКА РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ	62
П.В. Комиссаров АНАЛИЗ И СИНТЕЗ МОДЕЛЕЙ ОПТИМАЛЬНЫХ ОБНАРУ- ЖИТЕЛЕЙ ДЕТЕРМИНИРОВАННЫХ СИГНАЛОВ НА ФОНЕ ПРОСТРАНСТ- ВЕННО-КОРРЕЛИРОВАННЫХ ПОМЕХ В МІМО РЛС.....	63
С.А. Ушаков ПРОГРАММНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ В СИСТЕМАХ СВЯЗИ С OFDM-МІМО.....	64
В.Т. Дмитриев, Д.И. Лукьянов ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА ОБРАБОТКИ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ХУРГИНА-ЯКОВЛЕВА ДЛЯ ЗАЩИТЫ ФОНОГРАММ ОТ ФАЛЬСИФИКАЦИЙ...	65
А.Ю. Яшин АЛГОРИТМ ДЕКОДИРОВАНИЯ ПОМЕХОУСТОЙЧИВЫХ КОДОВ НА БАЗЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ.....	67
М.Е. Виноградова АЛГОРИТМ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ИСТОЧНИКОВ ИМПУЛЬСНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ШУМОВ НА ОСНОВЕ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ.....	68
Ю.В. Звенигородский, П.С. Покровский АЛГОРИТМ МНОГОКРИТЕРИАЛЬ- НОГО СИНТЕЗА РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ.....	69
И.В. Косткин, В.А. Пушкин АЛГОРИТМ ПРЕДОБРАБОТКИ ПОДВОДНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ.....	71
И.В. Косткин, С.А. Балюк МОДЕЛЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОПТИЧЕСКОГО СИГНАЛА В ВОДНОЙ СРЕДЕ.....	72
А.А. Лисничук ПРОГРАММНО УПРАВЛЯЕМЫЙ ЦИФРОВОЙ КВАДРАТУРНЫЙ ФОРМИРОВАТЕЛЬ РАДИОСИГНАЛОВ.....	74
П.И. Манзадей АЛГОРИТМ СИНТЕЗА КОЭФФИЦИЕНТОВ АДАПТИВНОГО РЕЖЕКТОРНОГО ФИЛЬТРА ДЛЯ КОМПЕНСАЦИИ ОТНОСИТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ БИМОДАЛЬНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ПОМЕХИ.....	75
Э.В. Акопов ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЗАТРАТ АЛГОРИТМА ОЦЕНКИ ЧАСТОТЫ НИЗКОЧАСТОТНОГО СИНУСОИДАЛЬНОГО СИГНАЛА ...	76
И.И. Курочкин ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ СИНТЕЗА РЕЧИ.....	77
А.А. Кашеев АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДАВЛЕНИЯ СИГНАЛОВ СПУТНИКОВЫХ РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ.....	78

Секция 4

ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ И ПРОГРАММНО- ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА

И.С. Холопов РАЗРАБОТКА ТИПОВОГО РЯДА КАРТ ДНЕВНЫХ ЦВЕТОВ ДЛЯ ЗАДАЧИ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ В ЦВЕТЕ МНОГОСПЕКТРАЛЬНЫХ ЧЕРНО-БЕЛЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ СИСТЕМ НОЧНОГО ВИДЕНИЯ.....	80
А.С. Чирков РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПОИСКА ИЗОБРАЖЕНИЙ ПО ОБРАЗЦУ.....	82
А.В. Марченко РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ЭЛЕКТРОННОЙ БИБЛИОТЕКИ УНИВЕРСИТЕТА.....	84
А.Н. Крюков ОСОБЕННОСТИ УСТАНОВКИ UBUNTU 12.4 НА RAID.....	85
В.С. Редькин РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕ- ЧЕНИЯ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ.....	87
Д.В. Анисеев РАЗРАБОТКА ЛИЧНОГО WEB-КАБИНЕТА АБОНЕНТА.....	88
О.В. Боровикова, П.Ю. Раду СОВРЕМЕННЫЕ СПИНТРОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И УСТРОЙСТВА ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ.....	90
Л.С.Крупнов АЛГОРИТМ КЛАССИФИКАЦИИ СЕТЕВЫХ АТАК НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ.....	91
О.В. Михайлина ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ LATEX В УЧЕБНО- ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ.....	92
А.Г. Гуськов, И.С. Данилов, В.В. Ялама WINDOWS 8 КАК НОВАЯ СРЕДА ДЛЯ НАУЧНЫХ РАЗРАБОТОК.....	93
И.Ю.Каширин, С.А.Минашкин ОБУЧЕНИЕ ПОИСКОВОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ АЛГЕБРЫ ПОИСКОВЫХ АГЕНТОВ.....	94

СЕКЦИЯ 5

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВОБОДНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ И В ОБРАЗОВАНИИ

Н.В. Еременко АДАПТИВНЫЙ ИГРОВОЙ ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ОСНОВАМ ПРОГРАММИРОВАНИЯ И АЛГОРИТМИЗАЦИИ.....	98
С.Н. Еремин, А.С. Леукина ПОЗНАВАТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕРНЕТ-ПРОЕКТОВ ПО ФИЛОСОФИИ.....	99
Э.А. Кадырова ОЦЕНКА ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДИСТАНЦИОННОГО УЧЕБНОГО КУРСА, РАЗРАБОТАННОГО В СРЕДЕ MOODLE 2.3.....	100
И.А. Стюхин НЕКОТОРЫЕ СПОСОБЫ МАНИПУЛЯЦИИ СОЗНАНИЕМ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ.....	102
В.А. Ушенкин АУТЕНТИФИКАЦИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ПО КЛАВИАТУРНОМУ ПОЧЕРКУ С ПОМОЩЬЮ КРИТЕРИЯ СРЕДНЕГО ПРЕВЫШЕНИЯ ДОПУСТИМЫХ ОТКЛОНЕНИЙ.....	104
И.О. Петрухин ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЕРСОНАЖЕЙ В ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЕ «3DUCATION», ПОСТРОЕННОЙ НА ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНЫХ МИРОВ	106
А.С. Харченко, Д.И. Гречишкин ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ ВИРТУАЛИЗАЦИИ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМЫХ	

АБИС В ИНФОРМАЦИОННУЮ СТРУКТУРУ УНИВЕРСИТЕТА.....	107
Н.П. Клейносова ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ В СИСТЕМЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ MOODLE 2.3.....	109
А.А. Горбунов ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ WEB- ПОРТАЛА МИНИСТЕРСТВА ОБРАЗОВАНИЯ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ...	111
А.В. Бакулев, М.А.Бакулева ОБЗОР СВОБОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РАЗРАБОТКИ SPA-ПРИЛОЖЕНИЙ.....	112

Секция 6 РАЗРАБОТКА САПР НА БАЗЕ CALS-ТЕХНОЛОГИЙ

Р.В. Малыгин, Г.Н. Князева ВОССТАНОВЛЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРИ АНАЛИЗЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ УСТРОЙСТВ РЭС.....	114
Н.Н. Астахова ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ФОРМИРОВАНИЙ АНТИТЕЛ НА ОСНОВЕ ПОЧТИ ПОЛНЫХ СТРОГО БИНАРНЫХ ДЕРЕВЬЕВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ МОДИФИЦИРОВАННОГО АЛГОРИТМА КЛОНАЛЬНОГО ОТБОРА.....	115
А.А. Золотарев АЛГОРИТМ БЫСТРОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ НА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЕ.....	116
В.А. Крайнюков МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭТАПОВ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ CALS-ТЕХНОЛОГИЙ.....	118
Е.А. Богачкова СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ СОРТИРОВКИ.....	119
В. К. Сарычева, М. В. Гаврилина ГРАФИЧЕСКИЙ ПЛАНШЕТ КАК ИНСТРУМЕНТ КЛАССИЧЕСКОЙ АНИМАЦИИ.....	120
Н.В. Черемухин ПОВЫШЕНИЕ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ АЛГОРИТМА ФОРМИРОВАНИЯ ЖГУТОВ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОВОДНОГО МОНТАЖА ...	122
М.А. Козлов ВОЗМОЖНОСТИ МНОГОПОТОЧНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМОВ БЕЗ БЛОКИРОВОК.....	123
М.А. Козлов ПРИМЕРЫ ИПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ВЕРСИЙ GIT.....	124
В.Е. Рудаков ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УПРАВЛЯЮЩЕГО И ПОТОКОВОГО ГРАФОВ ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ПРОГРАММ.....	125
В.Г. Псолянц МОДЕЛЬ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РИСКОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОГРАММНОГО ПРОЕКТА ПО КРИТЕРИЯМ КАЧЕСТВА В УСЛОВИЯХ НЕЧЕТКОСТИ.....	127
С.Г. Захаров АЛГОРИТМ НЕЧЕТКОГО ВЫВОДА ДЛЯ АНАЛИЗА РИСКОВ ПРОГРАММНОГО ПРОЕКТА.....	128
С.Г. Захаров ПОДСИСТЕМА АНАЛИЗА РИСКОВ ПРОЕКТА ИНФОКОММУ- КАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ.....	130
Д.В. Гильман МОДЕЛЬ НЕЧЕТКОГО АНАЛИЗА ПРОЦЕССНЫХ РИСКОВ ПРОГРАММНОГО ПРОЕКТА В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ.....	131

Секция 7 INTERNET – ТЕХНОЛОГИИ

Н.Ю. Колбнева ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ АБОНЕНТА СОВОЙ СВЯЗИ МЕТОДОМ UL-TOA.....	134
Е.А. Егоров ПОИСК ОТНОШЕНИЙ В ТЕХНОЛОГИИ SEMANTIC WEB.....	136
Е.А. Егоров ПОИСК СУЩНОСТЕЙ В ТЕХНОЛОГИИ SEMANTIC WEB.....	138
Д.Д. Шарипо МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОТОКОЛА НАДЕЖНОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ UDP.....	140
Д.А. Жабин МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ ПО ПРОТОКОЛУ TCP.....	141
Г.М. Поликарпов, Н.А. Хэбе КЛАССИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ОПОРНЫХ ВЕКТОРОВ И ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА.....	143
Н.А. Петрова ЭВОЛЮЦИОННЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ПОКРЫТИЯ ОБЪЕКТА НАБЛЮДЕНИЯ СИСТЕМОЙ СЪЕМКИ.....	145
Е.В. Селиванов РЕЕСТРЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ СЕРВИСОВ ГЛОБАЛЬНОЙ СЕТИ ИНТЕРНЕТ.....	146
В.А. Ревуцкий АЛГОРИТМ ОБНАРУЖЕНИЯ СВЕРТОЧНЫХ ПОМЕХОУСТОЙЧИВЫХ КОДОВ.....	147
В.М. Бердников АЛГОРИТМ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ СЕТИ ОПОРНЫХ СТАНЦИЙ ЗА ПРЕДЕЛАМИ ЗДАНИЙ ДЛЯ НАВИГАЦИИ ВНУТРИ ПОМЕЩЕНИЙ.....	149
Д.С. Семин БИНОМИАЛЬНЫЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВЫЕ КОДЫ.....	151
М.А. Иванчикова, Д.А. Перепелкин ОПТИМИЗАЦИЯ КОРПОРАТИВНОЙ СЕТИ НЕСКОЛЬКИХ ПРОВАЙДЕРОВ СВЯЗИ С УЧЕТОМ КРИТЕРИЯ МИНИМАЛЬНОЙ СТОИМОСТИ.....	152
А.А. Казначевская ПРОГРАММА МОДЕЛИРОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ С ОТКАЗАМИ С УЧЕТОМ ПОВТОРНЫХ ВЫЗОВОВ.....	153
А.Н. Сапрыкин ОПТИМИЗАЦИЯ СЕТЕЙ С ДОЗИРОВАННОЙ БАЛАНСИРОВКОЙ НАГРУЗКИ С УЧЕТОМ СЦЕНАРИЕВ ОТКАЗОВ.....	154
Д.А. Перепелкин ПОВЫШЕНИЕ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ КОРПОРАТИВНЫХ СЕТЕЙ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ ДОБАВЛЕНИИ УЗЛОВ И ЛИНИЙ СВЯЗИ В ИХ СТРУКТУРЫ.....	156

Секция 8

ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

Д.К. Казанин СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ МОДЕЛЬЮ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА.....	158
О.Е.Балашов, И.А. Афонин РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ВЫДЕЛЕНИЯ ДВИЖУЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПТИЧЕСКОГО ПОТОКА.....	160
В.В. Гусев МЕТОДЫ СОВМЕЩЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМОВ SIFT И SURF.....	161
К.А. Григорьев, В.В. Стротов ПРОГРАММНАЯ И АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОДБОРА РАЗМЕРОВ РАМКИ ДЛЯ СИСТЕМЫ СОПРОВОЖДЕНИЯ ОБЪЕКТОВ НА ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЯХ.....	162
А.С. Лимонова НЕЧЕТКОЕ АДАПТИВНОЕ СУПЕРВИЗОРНОЕ СЛЕДЯЩЕЕ УПРАВЛЕНИЕ НЕЛИНЕЙНЫМИ ДИНАМИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ ПЕРВОГО ПОРЯДКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКИХ МОДЕЛЕЙ ТАКАГИ – СУГЕНО	164
Балашов О.Е., Березин М.В. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПОИСКА ОБЪЕКТА ПО ЯРКОСТНО-ГРАДИЕНТНЫМ ПРИЗНАКАМ.....	165
Е.А. Масленников АЛГОРИТМ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРИЕНТАЦИИ ОБЪЕКТА ПО ЕГО ИЗОБРАЖЕНИЮ.....	167
О.Е.Балашов, С.И. Назёмкин РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ИЗМЕРЕНИЯ КООРДИНАТ РАДИОУПРАВЛЯЕМОГО ВЕРТОЛЕТА.....	169
С.А. Ларин АЛГОРИТМ СЕГМЕНТАЦИИ МНОГОЗОНАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДА КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА.....	170
Ю.С. Коблов ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА MEAN SHIFT В ЗАДАЧАХ СЛЕЖЕНИЯ ЗА ДВИЖУЩИМИСЯ ОБЪЕКТАМИ.....	172
Д.Ю. Пашенцев ОСОБЕННОСТИ ОТОЖДЕСТВЛЕНИЯ ЗВЁЗД НА УЧАСТКЕ СНИМКА НЕБЕСНОЙ СФЕРЫ, ПОЛУЧЕННОГО ДАТЧИКОМ СКАНОВОГО ТИПА.....	172
Д.Ю. Пашенцев ПРИМЕНЕНИЕ СНИМКОВ ЗВЁЗДНЫХ УЗОРОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ РАДИОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК.....	174
М.В.Хосенко МОДИФИЦИРОВАННЫЙ КОРРЕЛЯЦИОННО-ЭКСТРЕМАЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ОБЪЕКТА НА ИЗОБРАЖЕНИИ ПРИ ЕГО ЧАСТИЧНОМ ЗАСЛОНЕНИИ.....	175

Секция 9
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.
СЕГМЕНТАЦИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ
НА АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ ЗЕМЛИ

Ю.Г. Бажура, П.А. Князьков АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НА КОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ ЗЕМЛИ ОБЛАСТЕЙ ПОСТОЯННОЙ ЯРКОСТИ.....	177
В.А. Ушенкин ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ЗНАЧЕНИЙ ВЕГЕТАЦИОННОГО ИНДЕКСА К ВЛИЯНИЮ АТМОСФЕРНЫХ ИСКАЖЕНИЙ	178
А.А. Юдаков ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СЕГМЕНТАЦИИ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ	180
Р.В. Тишкин, Д.В. Ялымов, А.А. Юдаков СПЕКТРАЛЬНЫЕ РАЗНОСТНЫЕ МЕРЫ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЧЕТКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ.....	181
Е.Е. Королев, Р.В. Тишкин АЛГОРИТМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫСОТ ИНЖЕНЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ ПО ИХ ТЕНИ.....	182
Н.И. Нестеров, Р.В. Тишкин, А.А. Юдаков КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ ИНСТРУМЕНТАРИЯ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ.....	184
Н.И. Нестеров, Р.В. Тишкин, А.А. Юдаков ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИОННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ.....	185
Е.Е.Королев, В.И. Побаруев, О.А.Пресняков ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСОВ РАСПРЕДЕЛЕННОГО СОЗДАНИЯ ДЕТАЛЬНЫХ МОЗАИК БОЛЬШИХ РЕГИОНОВ.....	187
Д.А. Корячко КЛАСТЕРИЗАЦИЯ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПЛАНАРНОГО СЕТОЧНОГО ГРАФА.....	188
С.В. Труханов КЛАССИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ НА ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ В УСЛОВИЯХ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ.....	190
С.В. Труханов, А.А. Юдаков ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ СПЕКТРАЛЬНЫХ ЭТАЛОНОВ.....	192

Секция 10
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

С.В. Михеев, Д.А. Михайлов, А.А. Федосеев, О.А. Япрынцева ПЛАГИН ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ИНТЕНСИВНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ.....	194
С.В. Михеев, О.К. Головнин, А.В. Сидоров, А.Ф. Макаров, А.А. Осьмушин МУЛЬТИМЕДИЙНЫЙ КОНТЕНТ НА ЭЛЕКТРОННОЙ КАРТЕ	195
А.А. Ветров, А.М. Кочергин ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ВЕБ-ПОРТАЛА ДОСТУПА К ДАННЫМ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА «ЭЛЕКТРО-Л» №1.....	196
Е.П. Козлов, Г.Н. Мятлов, А.С. Шокол МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ТОЧНОСТИ КООРДИНАТНОЙ ПРИВЯЗКИ ОБЪЕКТОВ НА КОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ.....	197
А.А. Макаренков, А.Э. Москвитин ОБЪЕДИНЕНИЕ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ ДАННЫХ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ИНФОРМАТИВНОСТИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ.....	198
П.А. Князьков, Н.А. Оськин ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ СЪЕМ- КИ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ШИРИНУ ПОЛОСЫ ОБЗОРА С ЗАДАННЫМ ТРЕБОВАНИЕМ К ИНФОРМАТИВНОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ.....	199
А.А. Ветров, А. М. Кочергин, Д. В. Скачков ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ ВЕДЕНИИ БАЗЫ ДАННЫХ ГЕОПОРТАЛА ДОСТУПА К ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ.....	200
А.С. Шокол ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА СНИМКОВ ЗЕМЛИ НА ОСНОВЕ ИХ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА.....	201
А.С. Шокол ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ КАТАЛОГИЗАЦИИ ВИДЕОДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ.....	202
Е.Е.Королев АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ПОЛУЧЕНИЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ОТ КА «НОАА» И «МЕТЕОР-М»	203
Г.Н. Мятлов ТЕХНОЛОГИЯ КАЛИБРОВКИ АППАРАТУРЫ НАБЛЮДЕНИЯ ЗЕМЛИ ПО ЗВЁЗДАМ.....	204

Секция 11**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

А.С. Данилов РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОДНОРОДНОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННО-РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ДАННЫХ.....	206
О.К. Головнин, Д.А. Михайлов, О.В. Сапрыкина, А.А. Федосеев ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРАФА УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ МАРШРУТОВ В ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ «ITSGIS»	207
С.В. Михеев, О.К. Головнин, А.Ф. Макаров, А.В.Сидоров ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В «ИНФОМАТРИКС»	209
А.А. Осьмушин, Д.А. Михайлов, О.В. Сапрыкина, А.А. Федосеев ОСОБЕННОСТИ НЕШТАТНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ.....	210
С.В. Михеев, О.В. Сапрыкина, О.Н. Сапрыкин, Д.А. Михайлов РАСЧЕТ ТОЧЕК КОНЦЕНТРАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ШТЕЙНЕРА.....	211
О.К. Головнин, Е.В. Силакова, Я.А. Тендляш, К.А. Малыкова ПЛАГИН ДИСЛОКАЦИИ ДОРОЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ В ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ «ITSGIS»	213
О.К. Головнин, О.А. Япрынцева, О.В. Сапрыкина, А.А. Федосеев ДИСЛОКАЦИЯ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ ПО ГЕОВИДЕОМАРШРУТУ.....	214
К. В. Белов ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ТРЕХМЕРНОЙ АНИМАЦИИ В ВИРТУАЛЬНОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЕ.....	215
Р. Ю. Дахно ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ ОПТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ РУКОПИСНЫХ СИМВОЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНС.....	216
В. Б. Елсуков СЕГМЕНТАЦИИ ВРЕМЕННОГО ПОЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ЦВНС.....	218
Н.И. Макарова МОДЕЛЬ НЕЙРОНЕЧЕТКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ В КОД НА ОСНОВЕ КВАДРАТИЧНЫХ ФУНКЦИЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ.....	220
М.В. Акинин ГРАММАТИКИ ГРАФОВОЙ ГЕНЕРАЦИИ КИТАНО В ЗАДАЧАХ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ПРЯМОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ.....	222
А.Е. Кисельников, Ю.В. Полянин, В.С. Якушев АНАЛИЗ ПРИМЕНИМОСТИ КОНЦЕПЦИЙ РЕАЛИЗАЦИИ ЦИФРОВЫХ ССШС В ПОРТАТИВНЫХ УСТРОЙСТВАХ.....	223
И.Н. Трапезников, Д.В. Федорин, В.А. Петров, А.А. Носков ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ К ШУМАМ В ЗАДАЧЕ РАСПОЗНАВАНИЯ СИМВОЛОВ.....	224
А.В. Бакулев, М.А.Бакулева ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ МОБИЛЬНОГО ПАРАЛЛЕЛЬНОГО КОДА В МНОГОЯДЕРНОЙ СРЕДЕ.....	226

Секция 12

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А. М. Баталова, А.И. Архипов ВАРИАНТЫ ПЛЕНОЧНЫХ РЕЗИСТОРОВ С ЭЛЕМЕНТАМИ ПОДГОНКИ И ИХ СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ.....	229
А.С. Сахаров ВИРТУАЛЬНЫЙ ПРИБОР ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК АКТИВНЫХ ФИЛЬТРОВ.....	231
Е. И. Шумская РАЗРАБОТКА СПРАВОЧНО-ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ	233
Е.А. Шумская РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ НАДЕЖНОСТИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ.....	235
С.В. Михеев, И.Г. Богданова, О.К. Головнин, Е.В. Силакова ТЕХНОЛОГИЯ УЧЕТА И ОТОБРАЖЕНИЯ ПАССАЖИРООБОРОТА НА ЭЛЕКТРОННОЙ КАРТЕ.....	237
С.В. Михеев, В.Ю. Киреев, Д.А. Михайлов, О.В. Сапрыкина, И.Г. Богданова МОДУЛЬ ВЫЯВЛЕНИЯ МЕСТ КОНЦЕНТРАЦИИ ДТП МЕТОДОМ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА.....	238
К.А. Малыкова, Я.А. Тендляш, О.А. Япрынцева, А.А. Осьмушин РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПАСПОРТИЗАЦИИ ОСТАНОВОК ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОННОЙ КАРТЫ В ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ «ITSGIS»	239
О.К. Головнин, Я.А. Тендляш, Е.В. Силакова, А.А. Осьмушин ДИСЛОКАЦИЯ ОСТАНОВОК ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА.....	240
С.В. Михеев, А.А. Федосеев, О.Н. Сапрыкин, О.К. Головнин DATA MINING В АНАЛИЗЕ ОЦЕНКИ СТАТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ.....	241
Т.А. Чудакова ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ДАТЧИК НА ОСНОВЕ ИНС- ТЕХНОЛОГИЙ.....	242
А.А. Жильников, Т.А. Жильников ЛОКАЛИЗАЦИЯ СКРЫТЫХ МЕТАЛЛОСОДЕРЖАЩИХ НАМАГНИЧИВАЕМЫХ ПРЕДМЕТОВ.....	243
Т.С. Малашенко СЕТЕВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ И ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ МЕЖДУ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ УЧАСТКАМИ И СКЛАДАМИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	245
В.О. Назаркина, Т.С. Юркова ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИЙ ДЕТАЛЕЙ СРЕДСТВАМИ T-FLEX «АНАЛИЗ»	247
М.Н. Мусолин, И.Е. Сеницын АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЕМ ГОРЕНИЯ ДУГОВОГО РАЗРЯДА НА ОСНОВЕ ТРЕХ СОЛЕНОИДОВ.....	248
И.Е. Сеницын, М.Н. Мусолин ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НАПРАВЛЕНИЕМ ГОРЕНИЯ ДУГИ ПО ТЕМПЕРАТУРНОМУ РЕЖИМУ ФУТЕРОВКИ ПЕЧИ.....	250
Деннер И.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВОБОДНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ВОЕННО-ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ ДИНАМИКИ.....	252
Г.Ю. Зенкин ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОДНОИМЕННЫХ ТОЧЕК НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ С РАЗЛИЧНЫМ ПРОСТРАНСТВЕННЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ.....	254
Н.В. Кокарев, Д.Д. Стоянов, М.А. Дубов, А.Л. Приоров GNU RADIO КАК ОСНОВА МАЛОБЮДЖЕТНОЙ SDR ЛАБОРАТОРИИ	255

Новые информационные технологии в научных исследованиях:
материалы XVII Всероссийской научно-технической конференции студен-
тов, молодых ученых и специалистов.

Компьютерная верстка: Бакулева М.А.
Иванчикова М.А.
Захарова А.В.
Рогачева Д.А.

Подписано в печать 26.10.2012. Формат бумаги 60х84 1/16/
Бумага офсетная. Печать трафаретная. Усл.-печ.л. 10.
Уч.-изд.л. 9,75. Тираж 260 экз. Заказ 178
390005, Рязань, ул. Гагарина, 59/1.
Редакционно-издательский центр РГРТУ.

Отпечатано в ООО «Полиграф».
390025, г. Рязань, ул. Нахимова, 13

Ссылка на страницу
конференции
в Интернет:



КАФЕДРА СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ (САПР ВС)

Кафедра САПР ВС готовит специалистов по специальностям 230104 - "Системы автоматизированного проектирования" со специализациями "САПР вычислительных средств" и "САПР банковских технологий" и 210202 - "Проектирование и технология электронных вычислительных средств", бакалавров и магистров по направлению 230100 "Информатика и вычислительная техника" по профилю "Системы автоматизированного проектирования" и направлению 210200 "Конструирование и технология электронных средств" по профилям "Проектирование и технология электронно-вычислительных средств" и "Проектирование и технология радиоэлектронной аппаратуры".

На кафедре функционируют аспирантура и докторантура. Учебный процесс и научные исследования обеспечивают 6 профессоров, докторов наук и 24 доцента, кандидата наук.

Выпускники кафедры работают на предприятиях оборонного комплекса; в организациях, занимающихся разработкой и созданием вычислительной и различной цифровой аппаратуры; на предприятиях сотовой связи; в банках и коммерческих структурах; в научно-исследовательских организациях Рязани, Москвы, Подмоскovie и других регионов России.

Страница кафедры в Интернет: <http://sapr.rsreu.ru>

