

федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ

**СБОРНИК ТРУДОВ
МОЛОДЕЖНОЙ СЕКЦИИ
«ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»
В РАМКАХ XXI ВСЕРОССИЙСКОЙ
НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ТЕЛЕМАТИКА'2014»**



УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

**Санкт-Петербург
2014**

Сборник трудов молодежной секции «Информационные технологии» в рамках XXI Всероссийской научно-методической конференции «Телематика'2014» / Главный редактор проректор по НР д.т.н., профессор В.О. Никифоров. – СПб: Университет ИТМО, 2014. – 102 с.

Сборник трудов содержит результаты научных исследований студентов, удостоенных получения повышенной государственной академической стипендии за достижения в научно-исследовательской деятельности на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургского университета информационных технологий, механики и оптики» (Университет ИТМО) в рамках XXI Всероссийской научно-методической конференции «Телематика'2014».



УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

В 2009 году Университет стал победителем многоэтапного конкурса, в результате которого определены 12 ведущих университетов России, которым присвоена категория «Национальный исследовательский университет». Министерством образования и науки Российской Федерации была утверждена программа его развития на 2009–2018 годы. В 2011 году Университет получил наименование «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики»

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики, 2014

© Авторы, 2014

Введение

В данном сборнике представлены тезисы докладов, сделанных на научной молодежной секции «Информационные технологии» в рамках XXI Всероссийской научно-методической конференции Телематика'2014".

Тематика представленных докладов достаточно широка. В сборник включены более 50 тезисов докладов, в которых рассмотрены следующие вопросы: информационные системы и технологии; интеллектуальные системы в гуманитарной сфере; информационно-измерительные комплексы; информационно-телекоммуникационные системы; коммерциализация высокотехнологичных разработок; прикладная информатика и маркетинг; живые системы, биомедицинские технологии и томография; математическое моделирование и математическая физика; техносферная и экологическая безопасность и др.

Конференция проводилась с целью ознакомления научной общественности с результатами исследований студентов и аспирантов, удостоенных получения повышенной государственной академической стипендии за достижения в научно-исследовательской деятельности на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики» (Университета ИТМО).

Председатель молодежной научной секции
«Информационные технологии»

д. т. н., профессор

Ожиганов А.А.

СОДЕРЖАНИЕ

Антонов А.А. Механизм управления и синхронизации процессов в системах на кристалле	6
Аскарова Д.В. Методы отказоустойчивости и сравнительная реализация в облачных вычислениях.	8
Бедаш Г.А. Применение теории кодирования в криптографии.....	10
Белойван П.А. Стенд для комплексного контроля целевых показателей качества микрообъективов.	13
Богатырев А.В. Оптимизация инфокоммуникационной системы.....	16
Богатырев А.В. Оптимизация распределения запросов.....	18
Булыгин К.А. Расширяемое средство для упрощения описания цифровых схем на уровне регистровых передач.	20
Бурков А.С. Автоматизированный координатомер.	22
Воробьев И.О. Автоматическое определение размеров тактов в полиритмических музыкальных композициях.	24
Гальтер Д.П. Оптико-электронные системы и приборы высокой чувствительности на основе пористого кремния	24
Хвостов Д.А., Пантюхина К.А., Чепинский С.А. Web 2.0 технологии в дистанционном обучении.....	26
Кляус С.М. Исследование методов анализа кода в задаче идентификации моделей программных систем.....	27
Лавров В.Е. Разработка мультимедийной базы геоданных дорожно-транспортных происшествий для интернет-пользователей.	29
Ланцова Е.О., Одиноккина С.В. Экспертные системы и область их применения на примере Wolfram Alfa.....	31
Маюрова А.С., Кустикова М.А. Разработка и исследование системы видеофиксации нефтяных загрязнений	32
Мельник М.В. Определение зависимостей времени когерентности фемтосекундного спектрального суперконтинуума в плавленном кварце от параметров импульса входе.....	35
Одинцова Г.В., Карлагина Ю.Ю., Скуратова А.Л., Логинов А.В. Способ окрашивания нержавеющей стали и титана посредством локального окисления их поверхностей излучением волоконного лазера.....	38
Орлова Д.А. Инверсно-сопряженные последовательности.....	39
Пинкевич В.Ю. Разработка сетевого процессора системы на кристалле.....	41
Полтаев Ю.А., Синев Д.А., Струсевич А.В. Лазерное восстановление стеклянных поверхностей, подвергшихся воздействию кислотосодержащих красок.	43
Пустовалов А.П. Исследование моделей структурированного освещения для трехмерного сканирования объектов.	44
Ризванова А.Р. Обучающая система для лабораторных работ по курсу «Теория автоматов»	46
Сергеева А.А. Разработка социальной сети изучения иностранного языка.	48
Синетова М.М., Цымжитов Г.Б. Разработка программно-аппаратного комплекса для измерения давления в газопроводе.	49

Слободжанюк А.П., Белов П.А. Применение метаматериалов для магнитно-резонансной томографии	50
Тимошук А.И. Разработка системы управления температурно-влажностными режимами в расстойной камере	52
Филина Е.В. Онтология открытого банка заданий ЕГЭ по информатике на основе стандарта образования.....	53
Цесь Ю.В. Технология очистки сточных вод с помощью биофлокулянтов	55
Шибалов С.А. Разработка многофункциональных геоинформационных сервисов для мобильных устройств.....	57
Щеглов К.А. Оценка сложности атаки и математическая модель нарушителя.....	58
Щеглов К.А. Математическая модель атаки и оценка актуальности уязвимостей	60
Петрова И.А., Буздалова А.С., Буздалов М.В. Повышение эффективности эволюционных алгоритмов при помощи обучения с подкреплением в нестационарной среде.....	62
Пименов Ю.Д., Пименов А.Ю., Смирнов А.П. Использование свободного программного обеспечения при разработке дистанционного курса по дисциплине «Основы оптики». Программа для моделирования оптических систем «SPEKTR»	65
Пономарев С.В. Структурное сопоставление изображений в трехмерном пространстве.....	67
Ястребов Л.Д. Алгоритм автоматического построения изобат по картографическим данным и данным промеров глубин.....	69
Нурдинов Р.А. Определение вероятности нарушения критических свойств информационного актива на основе CVSS метрик уязвимостей	76
Аксенов В.Е., Матиясевич Ю.В. Решение задачи о выполнимости булевых формул на основе физической модели осцилляторов	78
Николаева Т.Ю., Петров Н.В. Моделирование и анализ распределений рассеивающих частиц в объеме оптической среды.....	80
Филонов Д.С., Краснок А.Е., Белов П.А., Кившарь Ю.С. Диэлектрические наноантенны в оптическом диапазоне частот.....	82
Цымжитов Г.Б., Железняков А.С. Обучение персонала как составная часть обеспечения информационной безопасности в организации.	86
Старков А.А. Сопоставление критериев оценки защищенности персональных данных функциональным требованиям безопасности ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408.....	88
Жуков М.А., Афанасьев Д.Б. Порядок построения префиксного дерева в системе бесхвостой дедупликации.	89
Абрамов Д.А., Варламова Л.Л., Богомолова Л.Е. (Университет ИТМО; ОАО «ЛОМО»). Разработка флуоресцентного осветителя	90
Бойчук А.С. Обеспечение безопасности персональных данных пользователей социальных сетей.....	92
Буздалова А.С., Буздалов М.В. Сравнительный анализ метода выбора вспомогательных критериев и метода спуска со случайными мутациями.....	94
Кнышев А.И., Елисеева В.В., Колесников А.В., Широков Р.А. Передача информации между автомобилями для транспортной безопасности в DSRC системе.....	97

МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ И СИНХРОНИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМАХ НА КРИСТАЛЛЕ

Антонов А.А.

В противоположность «традиционному» подходу к организации параллельной работы нескольких процессов в вычислительных системах посредством механизма разделения времени (псевдопараллелизм), в рамках работы внимание концентрируется на реальном параллелизме, реализуемом в системах на кристалле (СнК) на уровне программно-аппаратной архитектуры. В работе предлагается архитектурный шаблон СнК, базирующийся на модифицированной модели сетей процессов Кана. Шаблон нацелен на следующие задачи: распределенное исполнение автономных вычислительных процессов; механизмы коммуникации и синхронизации системного уровня; работу в реальном времени, критически важную для встроенных применений; возможность реконфигурации.

В архитектурном шаблоне явно выделяются два уровня (подсистемы): уровень исполнения (обработки данных) и уровень управления.

Исполнительная часть системы представляет собой иерархическое множество процессов, далее называемых исполнительными процессами. Каждый из них представляет собой автономно функционирующий функциональный блок или подсистему, реализующую последовательность шагов, исполняемую циклически. В рамках цикла шаги имеют фиксированный порядок и длительность выполнения, т.е. реализуется жесткое временное планирование. График выполнения процесса можно представить в виде так называемой циклограммы. Циклограммы процессов независимы друг от друга, что позволяет уйти от каких-либо прямых синхронизирующих взаимодействий между процессами. Циклограмма каждого процесса описывается порядком, длительностью и функциональным наполнением шагов, которые не зависят от внешних команд и воздействий.

Второй уровень системы – управляющий отвечает за конфигурирование и запуск/остановку исполнительных процессов. Реконфигурация исполнительного процесса подразумевает перезапуск процесса с новыми параметрами циклограммы, т.е. команда изменения циклограммы (алгоритма, реализуемого процессом) не принимается и не выполняется самим процессом (для него она не существует). Реконфигурирование осуществляется средствами системы. Можно сказать, что исполнительный процесс никогда «не знает», в каком режиме он сейчас работает: это не заложено в его алгоритме.

Реконфигурация и запуск/останов исполнительных процессов осуществляется одним или несколькими специальными процессами-планировщиками. Совокупность планировщиков образует уровень управления. Функция планировщика – формирование конфигурационных

и стробирующих сигналов, задающих параметры и переключение шагов циклограммы. Одним исполнительным процессом управляет только один планировщик, но один планировщик может управлять несколькими процессами. За счет этого исключается необходимость взаимной синхронизации планировщиков.

На уровне управления, аналогично уровню исполнения, планировщик также является циклическим процессом. Взаимодействие между планировщиками внутри уровня управления также осуществляется посредством FIFO, в то время как междууровневое «взаимодействие» планировщиков с исполнительными процессами осуществляется методом их активации/деактивации.

Что касается взаимодействия между процессами в рамках уровня исполнения, то в силу идеи взаимонезависимости процессов не должно быть жесткой связи между ними, которая может привести к нарушению исполнения циклограммы. Не должно быть остановок и ожиданий, холостых циклов, изменений параметров циклограммы и т.п. Для достижения этого процессы «развязаны» за счет использования для обмена данными каналов с FIFO-буферизацией, подобно модели сети процессов Кана. Предполагается, что передача сообщений между процессами выполняется в изохронном режиме, т.е. циклически, с периодом, не зависящим от семантики передаваемых данных, от внешних синхронизирующих или иных управляющих воздействий. Данные будут заполнять FIFO-буфер вне зависимости от готовности процесса-приемника их обработать. Для каждого процесса может быть установлен свой режим ограничений реального времени, т.е. данные, актуальные для передатчика и, возможно, для некоторых приемников, подключенных к его выходным каналам, будут считаться устаревшими (неактуальными) для определенного процесса-приемника. Соответственно, передатчик не сможет блокировать поток устаревших данных (для него и некоторых приемников они актуальны), но указанный приемник не должен тратить ресурсы на их обработку. Обе указанные задачи могут быть решены путем очистки входного буфера приемника тем же планировщиком, который управляет процессом-приемником. Таким образом, каждый FIFO канал между двумя взаимодействующими процессами должен иметь поддерживать функцию очистки FIFO-буфера. Управление очисткой должен осуществлять тот же процесс-планировщик, который контролирует приемник.

В целом, совокупность предложенных механизмов позволяет в той или иной мере решить поставленные задачи.

МЕТОДЫ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТИ И СРАВНИТЕЛЬНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ В ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЯХ

Аскарова Д.В.

Таксономия отказа и необходимость отказоустойчивости в области облачных вычислений

Облачные вычисления – это комплексное решение, предоставляющее ИТ-ресурсы в виде сервиса. Это решение, в котором ресурсы общего пользования предоставляются аналогично распределению электроэнергии по проводам.

Гибкость облачных вычислений зависит от возможности распределения ресурсов по требованию. Такое распределение позволяет использовать совокупные ресурсы системы без выделения конкретных аппаратных ресурсов определенной задаче. До облачных вычислений веб-сайты и серверные приложения выполнялись на отдельно взятых системах. С приходом облачных вычислений ресурсы используются как объединенный виртуальный компьютер. Такая объединенная конфигурация предоставляет среду, в которой приложения выполняются независимо без привязки к какой-либо конкретной конфигурации.

Задача отказоустойчивости обеспечить устойчивость и надежность в любой системе. На основе политики и методов отказоустойчивости мы можем классифицировать эти методы на два типа: активные и реактивные. Активная политика отказоустойчивости заключается в избегании восстановления после отказов, предсказывая их и активно заменяя подозрительный компонент путем обнаружения проблемы, прежде чем она произойдет на самом деле. Реактивная политика отказоустойчивости заключается в снижении силы отказа, когда эффективно происходит сбой [1, 2].

Различные методы отказоустойчивости в настоящее время распространены в облаках [3]:

Введение контрольных точек (Checkpointing) – это эффективный метод отказоустойчивости на уровне заданий для длительной работы и больших приложений. В этом случае после выполнения, какого либо изменения в системе, вводятся контрольные точки. Когда происходит сбой, задача будет выполняться не сначала, а с последней зарегистрированной точки.

Перемещение работы (JobMigration) – иногда, происходит так, что по какой-либо причине работа не может быть полностью выполнена на конкретной машине. На момент выхода из строя любой задачи, задача может быть перенесена на другую машину. Перемещение работы может быть реализовано использованием HA-Proxy.

Репликация (Replication) – различные задачи копируются и выполняются на разных ресурсах, для успешного выполнения и для получения желаемого результата.

Преимущественная миграция (Preemptive Migration) – преимущественная миграция рассчитана на механизм управления обратной связи с контуром. Приложение постоянно отслеживается и анализируется.

Изменение конфигурации (Reconfiguration) – в этой процедуре мы устраняем неисправный компонент из системы.

Распределение ресурсов (Resource Co-allocation) – это процесс распределения ресурсов для дальнейшего исполнения задачи.

Рассмотрим различные параметры существующих методов отказоустойчивости в области облачных вычислений. Таких параметров как тип обеспечения отказоустойчивости (активный, реактивный и адаптивный), производительность, время ответа и т.д. В таблице подведены итоги сравнения между различными моделями на основе элемента метрик.

Таблица. Сравнение между различными моделями на основе элемента метрик

№ Модели	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Про-активное обеспечение отказоустойчивости	<i>y</i>	<i>N</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>y</i>	<i>y</i>	<i>n</i>
Реактивное обеспечение отказоустойчивости	<i>n</i>	<i>Y</i>	<i>y</i>	<i>y</i>	<i>y</i>	<i>n</i>	<i>y</i>
Адаптивный тип о. о.	<i>y</i>	<i>N</i>	<i>n</i>	<i>y</i>	<i>n</i>	<i>y</i>	<i>y</i>
Производительность	<i>h</i>	<i>H</i>	<i>a</i>	<i>a</i>	<i>h</i>	<i>h</i>	<i>h</i>
Время отклика	<i>a</i>	<i>A</i>	<i>a</i>	<i>a</i>	<i>h</i>	<i>a</i>	<i>a</i>
Масштабируемость		<i>H</i>	<i>l</i>	<i>h</i>	<i>h</i>	<i>h</i>	<i>h</i>
Пропускная способность	<i>h</i>	<i>A</i>	<i>l</i>	<i>h</i>	<i>a</i>	<i>a</i>	<i>h</i>
Надежность	<i>h</i>	<i>H</i>	<i>a</i>	<i>h</i>	<i>h</i>	<i>h</i>	<i>h</i>
Доступность	<i>h</i>	<i>H</i>	<i>a</i>	<i>h</i>	<i>h</i>	<i>a</i>	<i>a</i>
Удобство использования	<i>h</i>	<i>A</i>	<i>a</i>	<i>a</i>	<i>h</i>	<i>h</i>	<i>h</i>
Стоимость	<i>a</i>	<i>L</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>h</i>	<i>h</i>	<i>a</i>
Экономическая эффективность	<i>a</i>	<i>L</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>h</i>	<i>h</i>

(*y* – есть, *n* – нет, *h* – высокое, *l* – низкое, *a* – среднее)

Про-активное обеспечение отказоустойчивости: Про-активная политика обеспечения отказоустойчивости – избежать восстановления после неисправности путем прогнозирования их и замены предполагаемого компонента обнаруженной проблемы, прежде чем она на самом деле произойдет.

Реактивное обеспечение отказоустойчивости: Реактивная политика обеспечения отказоустойчивости – уменьшить силу отказов, когда происходит сбой. Эта методика обеспечивает устойчивость к системе.

Адаптивный тип обеспечения отказоустойчивости: Все процедуры выполняются автоматически в зависимости от ситуации.

Масштабируемость – способность алгоритма к выполнению обеспечения отказоустойчивости для системы с любым конечным числом узлов.

Пропускная способность – используется для расчета количества задач, выполнение которых было завершено. Она должна быть высокой, чтобы улучшить производительность системы.

Доступность: Вероятность того, что деталь будет работать удовлетворительно в данную точку времени, используемого в заданных условиях. Доступность системы обычно измеряется как фактор надежности, при увеличении надежности, растет доступность.

Удобство использования: Степень, в которой продукт может быть использован пользователем для достижения целей: эффективности, результативности и удовлетворенности.

Методы отказоустойчивости используются для прогнозирования ошибок и принятия соответствующих мер, прежде чем они на самом деле произойдут. В данной статье обсуждаются таксономии неисправностей и необходимость отказоустойчивости, охватывающая различные методы для реализации обеспечения отказоустойчивости. Но, к сожалению, ни одна из моделей не может полностью заполнить все аспекты неисправностей. Так что есть возможность преодолеть недостатки всех предыдущих моделей и попытаться сделать компактную модель, которая будет охватывать максимальное аспекты обеспечения отказоустойчивости.

Литература

1. Пасенжит К.П. // Международный журнал компьютерных приложений. – 2013. – Вып. № 14. – 64 с.
2. Уокер Г. Основы облачных вычислений. – IBM, 2012.
3. Луссьер Б., Лампе А. Отказоустойчивость в автономных систем: как и сколько? – Франция: LAAS-CNRS.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ КОДИРОВАНИЯ В КРИПТОГРАФИИ

Бедаш Г.А.

На сегодняшний день криптография использует результаты таких дисциплин как теория чисел и теория сложности. Современная криптография является одновременно и наукой, и искусством защиты информации. Теория кодирования необходима для решения широкого круга криптографических задач. Рост сложности современных систем обуславливает актуальность исследований, направленных на обеспечение и повышение стойкости к криптографическим атакам.

Криптографу самостоятельно удастся обосновать стойкость криптографической системы лишь в рамках рассматриваемых им же методов анализа этой системы.

В первую очередь теория кодирования связана с традиционной криптографией, а именно с ее главным разделом, в котором изучается симметрическое шифрование.

Шифр Вернама, представляющий собой наложение на открытую информацию «белой» гаммы, является особым видом симметрического шифрования. Кроме того, это один из немногих видов шифрования, для которого можно строго доказать его абсолютную нераскрываемость.

Другим видом шифрования является асимметрическое шифрование, которое отличается от симметрического тем, что его алгоритм общеизвестен и представляет собой отображение некоторого множества в себя.

На сегодня известно около четырех типов асимметрических систем с предположительно высокой стойкостью шифрования. Системы открытого шифрования МакЭлиса и Нидеррайта являются одними из них, и в их основе лежат коды, корректирующие ошибки. Алгоритм криптосистемы базируется на сложности декодирования линейных кодов, общая задача декодирования линейного кода является NP-трудной, и на этом основана их стойкость, в то время как сложность декодирования некоторых алгебраических кодов является относительно простой вычислительной задачей. Отсюда следует, что основная идея построения этих систем состоит в «маскировке» алгебраических кодов под коды общего положения. И от того, насколько хорошо выполнена такая маскировка, зависит стойкость этих систем.

Отличия теоретико-кодовых систем от других систем заключаются в том, что у них скорость шифрования и дешифрования заметно выше и объем их открытого ключа значительно больше, чем у остальных систем открытого шифрования. То, что скорость шифрования и дешифрования заметно выше, является значительным преимуществом, а то, что объем их открытого ключа значительно больше, является недостатком.

Большая часть проблем теоретической криптографии, относящихся к анализу стойкости симметрических систем шифрования, изучаются в рамках теории вероятностей и статистики, теории чисел, алгебры, теории кодирования, комбинаторики, теории сложности вычислений.

Результаты, которые связаны с построением эффективных алгоритмов решения тех или иных конкретных задач, имеют очень большое значение для криптографии.

Разработка методов, защищающих информацию от неконтролируемого ее изменения при ее передаче по общедоступным каналам связи, при хранении и при некоторых других видах ее использования, является одной из важнейших задач криптографии.

Цифровая подпись и имитозащита информации относятся к криптографическим протоколам, способным решать подобные задачи. Цифровая подпись – это такой криптографический протокол, который преимущественно использует теоретико-числовые конструкции. Кроме того, широко известен другой подход создания цифровой подписи – создание цифровой подписи на базе корректирующих ошибки кодов.

Однако методы имитозащиты информации основаны на специфических конструкциях, которые родственны или совпадают с конструкциями, разработанными в теории кодирования. Примером таких конструкций является конструкция, которая называется кодами, обнаруживающими обман.

Ошибочно полагают, что все системы открытого шифрования, основанные на кодах, корректирующих ошибки, являются не стойкими. Доказательство нестойкости даже отдельной системы шифрования, которая только деталями отличается от подобных стойких систем, имеет особое значение – не все предлагаемое в открытой криптографии является качественным.

Системы МакЭлиса и Нидеррайта обладают одинаковой стойкостью к нападению, так как криптографическая атака на одну из систем может быть легко трансформирована в атаку на другую. Но эти системы различаются скоростью передачи.

Кодовые системы открытого шифрования имеют большую скорость шифрования по сравнению с другими подобными системами, например, с системой RSA. Они обладают рядом преимуществ, среди которых можно выделить то, что шифрование и дешифрование выполняется быстрее, чем в системе RSA, и то, что с увеличением длины ключа быстро растет степень защиты. Но эти системы также обладают недостатками, среди которых можно выделить три, имеющих наибольшую значимость.

Во-первых, открытый ключ имеет больший объем, чем в системе RSA.

Во-вторых, большой размер шифротекста.

В-третьих, скорость передачи у кодовой системы всегда меньше 1, в то время как в системе RSA она равна 1.

Переход от системы МакЭлиса к системе Нидеррайта позволяет с помощью несложной модернизации существенно усилить ее стойкость к криптографическим атакам. В литературе известно множество различных модификаций этих криптосистем, например, криптосистема Нидеррайтера может быть определена для кодов с ранговой метрикой.

Соответственно возникает вопрос о необходимости модернизации рассмотренной системы шифрования для увеличения ее стойкости. Общеизвестно, что для использования в системе шифрования подходит только тот код, который имеет легкое декодирование. На сегодняшний день известно не очень много таких кодов.

Проведенные исследования показывают, что совсем не исследованным направлением является использование каскадных (сверточных) кодов. На их основе могут быть созданы хорошие системы открытого шифрования с высокой стойкостью.

СТЕНД ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО КОНТРОЛЯ ЦЕЛЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА МИКРООБЪЕКТИВОВ

Белойван П.А.

Микроскопы – одни из наиболее массово производимых оптических приборов, важнейшим компонентом которых является микрообъектив (МО). В связи со спецификой использования на целевые показатели качества МО (качество изображения рис. 1, высота и центровка рис. 2) устанавливаются жесткие допуски, которые невозможно обеспечить точной

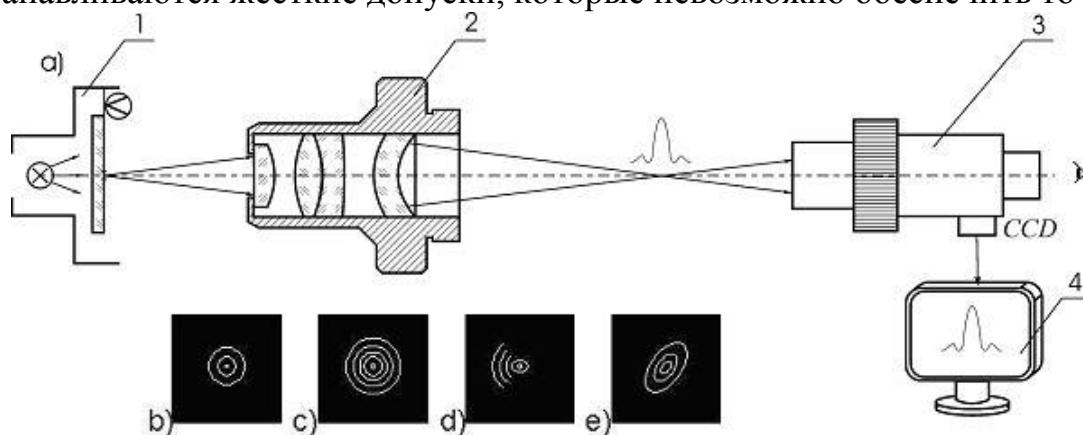


Рис. 1. Схема контроля качества изображения МО: 1 – точечная диафрагма; 2 – МО; 3 – ПЗС-камера; 4 – монитор

обработкой деталей. Поэтому для обеспечения показателей качества традиционно используется дополнительная обработка деталей и юстировка МО [1, 2]. Обеспечение показателей качества изображения МО при их сборке на Российских предприятиях осуществляется по дифракционному изображению точечной диафрагмы (рис. 1). Высоту и центровку обеспечивают подрезанием опорного торца на специальном станке [2, 3]. Эти операции трудоемки и выполняются на различном контрольно-юстировочном оборудовании. В связи с этим значительно повышается время изготовления и себестоимость МО. В рамках работ по автоматизации сборки МО для повышения объективности и производительности контроля показателей качества собранного МО, а также для возможности выполнения необходимых юстировок без применения дополнительной обработки деталей нами разрабатывается универсальный автоматизированный стенд, позволяющий осуществлять комплексный контроль целевых показателей качества унифицированных МО (рис. 2) [4].

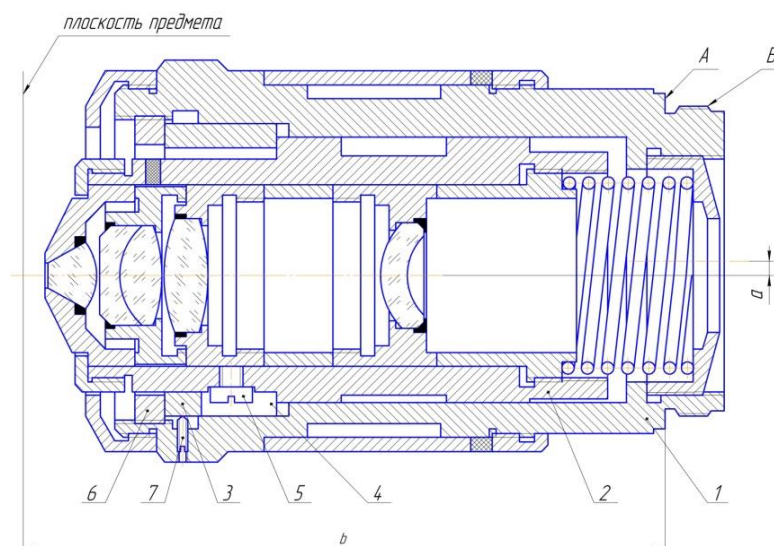


Рис. 2. Конструкция унифицированного МО: a – децентровка МО, b – высота МО

Схема стенда приведена на рис. 3. Он содержит эталонный тубус 1, на который устанавливается МО 2, предметный стол, содержащий освещаемую точечную диафрагму или марку 3, перемещаемый высокоточным отсчетным позиционером 4. Также стенд содержит ПЗС-камеру 5 и включающуюся при необходимости в ход лучей тубусную линзу 6.

Контроль качества изображения осуществляется по дифракционному изображению точки. Измерения проводятся следующим образом: на тубус устанавливается контролируемый МО, на предметном столе устанавливается точечная диафрагма. ПЗС-камера выставляется на расстояние, соответствующее тубусу МО. При необходимости в ход лучей вводится тубусная линза. Передвижением предметного стола с помощью позиционера следует добиться дифракционного изображения диафрагмы на матрице ПЗС-камеры. Если качество изображения не удовлетворительно – следует приступить к юстировке МО.

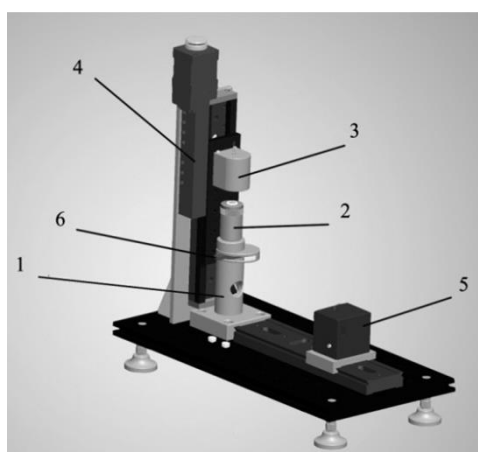


Рис. 3. Модель автоматизированного стенда

Контроль высоты и центровки на данном стенде осуществляется сравнительным методом. Вначале на тубус устанавливается эталонный МО по которому определяется номинальное значение высоты позиционера и

расположение изображения марки на ПЗС-матрице. Затем на тубус устанавливается контролируемый МО и по отсчетам положения позиционера и координатам изображения марки на ПЗС-матрице определяют погрешность высоты и центровки. Если величины не входят в допуск выполняется юстировка контролируемого МО.

Юстировка высоты МО (рис. 2) осуществляется осевым сдвигом общей оправы 2 относительно корпуса 1 с помощью кольца 6. Юстировка центровки осуществляется взаимным разворотом общей оправы 2 относительно корпуса 1, благодаря эксцентриситету внутреннего отверстия в корпусе 1 относительно базового цилиндра Б и эксцентриситету внутреннего отверстия в общей оправе 2 относительно внешнего цилиндра.

Сравнительный метод измерения позволяет существенно повысить точность измерения, однако данное обстоятельство накладывает жесткие требования к изготовлению эталонного МО. Качество эталонного МО и юстировки самого станда, особенно радиального и осевого положения его предметной сетки, должны обеспечивать трехкратный метрологический запас по точности измерений погрешностей высоты и центровки контролируемого МО.

Следует отметить, что в микроскопах МО устанавливаются в поворотном револьвере. Погрешности револьверного устройства, вызывают сдвиги и наклоны механических осей МО и могут привести к недопустимому значению радиального смещения изображения при переключении МО. Поэтому погрешности револьвера должны учитываться при расчетах допусков на центровку МО. Проблемы жестких допусков на револьверные устройства, в настоящее время, компенсируют селективной сборкой револьверов подходящим набором МО. Данная операция обладает рядом недостатков, поэтому целесообразно осуществлять ее на основе адаптивно-селективной [2, 5] сборки по данным измеренных погрешностей МО и револьверов.

В качестве развития разработанного станда планируется добавить возможность контроля погрешностей револьверов, для этого станд будет снабжен устройством для крепления поверяемого револьвера и эталонным МО, который будет последовательно заворачиваться в его гнезда.

Литература

1. Погарев Г.В. Юстировка оптических приборов. – Л.: Машиностроение, 1982. – 238 с.
2. Латыев С.М. Конструирование точных (оптических) приборов. – СПб: Политехника, 2007. – 580 с.
3. Скворцов Г.Е., Долинский И.М. Станок для юстировки и подгонки высоты микрообъективов // Оптико-механическая промышленность. – 1966. – № 9. – С. 17–20.

4. Латыев С.М., Табачков А.Г., Фролов Д.Н., Резников А.С. Унификация оптических и механических конструкций линзовых микрообъективов // Приборостроение. – 2011. – № 11. – С. 14–21.
5. Латыев С.М., Смирнов А.П., Табачков А.Г., Фролов Д.Н., Шухат Р.В. Проект линии автоматизированной сборки микрообъективов // Приборостроение. – 2011. – № 11. – 2011. – С. 7–13.

ОПТИМИЗАЦИЯ ИНФОКОММУНИКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Богатырев А.В.

Рост сложности современных инфокоммуникационных систем обуславливает актуальность исследований, направленных на обеспечение надежности и отказоустойчивости систем, особенно при обеспечении передачи информации реальном масштабе времени.

Обеспечение высокой надежности инфокоммуникационных систем, требует введение избыточности, в том числе резервирования вычислительных, информационных и коммуникационных ресурсов. Определение кратности резервирования на различных уровнях инфокоммуникационной системы при ограничении средств на ее построение должна сопровождаться решением оптимизационной, как правило, векторной задачи.

Рассматривается задача оптимизации трехуровневой древовидной коммутационной системы (сети). Задача оптимизации направлена на выбор кратности резервирования коммутационных узлов на каждом уровне сети с учетом заданного для каждого уровня ряда типов коммутационных узлов, различающихся числом портов и стоимостью.

При решении задачи оптимизации учитывается зависимость возрастания числа портов коммутационных узлов от кратности резервирования выше и ниже расположенных коммутационных средств. Оптимальное проектирование многоуровневой коммуникационной системы должно быть направлено на обеспечение ее максимальной надежности и производительности при минимизации стоимости реализации. Задача оптимального проектирование многоуровневой сети включает выбор технических средств построения узлов, выбор топологии и оптимизация кратности резервирования коммуникационных средств различных уровней.

В типовой трехуровневой коммуникационной подсистеме выделяются коммутаторы нижнего уровня, выполняющие функции уровня доступа, коммутационные узлы среднего уровня, выполняющие функции уровня распределения, и коммутаторы верхнего уровня, реализующие функции уровня ядра сети.

При первой постановке задачи оптимизации требуется найти кратность резервирования узлов на каждом уровне, при котором

достигается максимум надежности и минимум среднего времени пребывания запросов в системе, а стоимость реализации системы не должна превышать выделенных средств.

При второй постановке задачи оптимизации требуется найти кратность резервирования узлов на каждом уровне, при котором обеспечивается минимум стоимости реализации.

При оптимизации структуры сети, будем считать заданными интенсивность входного потока запросов, множество возможных вариантов построения (выбора) узлов каждого уровня, причем i -й вариант характеризуется вектором параметров: среднего времени выполнения запросов, надежности и стоимости реализации.

Первая задача оптимизации является векторной, сложность которой обусловлена тем, что одно решение (альтернатива) может доминировать по одним показателям и уступать по другим.

Для формирования множества вариантов построения коммутационной системы воспользуемся методологией морфологического анализа.

Отобразим i -вариант реализации коммутационного узла s -го уровня вектором, первый элемент которого соответствует показателю надежности (вероятность безотказной работы, коэффициент готовности), второй – среднему времени выполнения запроса, а третий – стоимости i -го варианта узла.

Уменьшить число перебираемых комбинаций при морфологическом синтезе структуры сети удастся при сокращении множества рассматриваемых вариантов в результате определения области Парето на каждом уровне.

Если система строится на основе некоторого ряда коммуникационных узлов, число портов которых имеет дискретные значения, например 4, 8, 16, 24, 32, то стоимость узлов, используемых на i -м уровне, и время передачи через узел определяется соответственно некоторым рядом значений.

Для решения задачи векторной (многокритериальной) оптимизации рассматриваемой многоуровневой сети с резервированием коммутационных узлов использован мультипликативный критерий.

В результате оптимизации определяется типы используемых коммутационных узлов и кратность их резервирования на различных уровнях. Рассмотрена оптимизация структуры при минимизации затрат на построение сети и выполнении ограничений по нижнему уровню надежности сети и допустимому времени пребывания запросов в системе, а также при достижении компромисса по максимизации надежности, минимизации стоимости и среднего времени пребывания запросов в системе при ограничении средств на построение системы. При увеличении кратности резервирования узлов учитывается возрастание их стоимости в результате увеличения числа связей между узлами смежных уровней.

Проведенных исследований могут использоваться при оптимизации структуры отказоустойчивых многоуровневых сетей, древовидной топологии.

Литература

1. Богатырев В.А., Богатырев С.В., Богатырев А.В. Оптимизация древовидной сети с резервированием коммутационных узлов и связей // Телекоммуникации. – 2013. – № 2. – С. 42–48.

ОПТИМИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАПРОСОВ В ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ КРИТИЧНЫХ К ВРЕМЕННЫМ ЗАДЕРЖКАМ

Богатырев А.В.

Для инфрокоммуникационных систем, предоставляющих в реальном времени услуги доступа к ресурсам хранения и обработки данных, требуется обеспечение надежного обслуживания запросов за ограниченное время. Высокая функциональная надежность и отказоустойчивость распределенных инфокоммуникационных систем, объединяющих ресурсы нескольких кластеров, достигается на основе динамического перераспределения запросов между узлами кластеров. Перераспределение запросов через сеть вносит дополнительную задержку, но увеличивает возможности адаптации системы к потоку запросов, к отказам и отключениям узлов, что обуславливает актуальность задачи анализа надежности и оптимизации, процесса распределения запросов, особенно для систем, работающих в реальном времени с жесткими ограничениями на время выполнения запросов.

Рассмотрим распределенную компьютерную систему, содержащую локальные кластеры, на каждый из которых поступает соответствующий ему поток запросов, и общедоступный через сеть кластер, обеспечивающий возможность адаптации системы к отказам и перегруженности серверов, в результате перераспределения запросов через сеть [1].

Ориентируясь на компьютерные системы, функционирующие в реальном времени, в качестве критерия оптимальности выберем максимум функциональной надежности, определяемой как вероятность выполнения заданий (функциональных запросов) за время, не превышающее предельно допустимое время.

Для вычислительных систем кластерной архитектуры надежность выполнения критичных функциональных запросов (задач) в реальном времени должна оцениваться с учетом трех составляющих [2]:

- готовности системы в момент поступления запроса;
- безотказности во время пребывания запроса в системе;

– своевременности получения результатов в реальном времени.

Первая составляющая оценивается по коэффициенту готовности, вторая по вероятности безотказной работы, а вторая и первая совместно по коэффициенту оперативной готовности.

Готовность системы кластерной архитектуры определяется вероятностью застать ее в момент поступления запроса в одном из работоспособных состоянии. Рассматривая каждый из узлов кластера как систему массового обслуживания типа М/М/1, исходя из необходимости обеспечения стационарного режима в работоспособном состоянии кластера, определим минимальное число s его работоспособных узлов. Значение s определим, как ближайшее целое не меньшее Λv , где Λ и v – интенсивность запросов и среднее время их выполнения.

Для оценки коэффициента готовности кластера представим процессы отказов и восстановлений в кластере процессом размножения и гибели. Будем считать, что при работоспособности i узлов кластера суммарная интенсивность отказов системы $\lambda_i = i\lambda$, а интенсивность восстановлений $\mu_i = \mu$, где λ и μ – интенсивности отказов и восстановлений одного узла (т.е. имеет место ограниченное восстановление). Представленный процесс размножения и гибели позволяет найти вероятности всех состояний системы r_i и определить ее коэффициент готовности.

Будем считать, что каждый запрос распределяется в очередь одного из узлов и при отказе этого узла во время ожидания запроса в очереди или его обслуживания запрос теряется, так как ограничение на время пребывания запросов $T = v/(1-\Lambda v/i)$ в системе не позволяет перераспределять запрос на выполнение в другой узел.

Вероятности своевременного выполнения функциональных запросов в кластере из i узлов за время меньшей, чем t_0

$$p(t_0) = \left(1 - \frac{\Lambda v}{i} e^{-\left(\frac{1}{v} - \frac{\Lambda}{i}\right)t_0}\right).$$

Для систем с разделением потока запросов к каждому локальному кластеру рассмотрены потенциальные возможности увеличения функциональной надежности в результате перераспределения запросов (нагрузки) между кластерами с учетом отказов ресурсов кластеров и возможной неравномерности потока запросов к ним.

Задача оптимизации распределенной системы, предусматривающей перераспределение запросов через магистрали между кластерами, включает оптимизацию: структуры системы (при проектировании) и процесса распределения запросов (при эксплуатации) [1].

Задача оптимизация структуры является статической (выполняется до начала функционирования системы в процессе функционирования изменение структуры возможно только в результате отказов). Задача оптимизации распределения запросов является динамической, выполняемой в процессе функционирования системы на основе

мониторинга и измерения текущего состояния загруженности узлов системы и характеристик потока запросов.

При оптимизации структуры, требуется для заданных ограничений на стоимость реализации системы найти число коммуникационных узлов и число серверов в локальных кластерах и в общем кластере, обеспечивающие наибольшую вероятность выполнения запросов за время, не превышающее предельно допустимое значение.

В результате оптимизации распределения потока запросов, поступающего в некоторый локальный кластер, ищется доля потока запросов, перераспределяемая через сеть в общий кластер, при которой достигается максимум вероятности выполнения запросов за время, не превышающее предельно допустимое значение.

Показано, что перераспределение запросов между кластерами позволяет существенно повысить функциональную надежность распределенной системы, эффективность которой возрастает при оптимизации доли запросов перераспределяемых через сеть.

Литература

1. Богатырев В.А., Богатырев А.В., Богатырев С.В. Оптимизация перераспределения нагрузки в кластерах при изменяющейся активности источников запросов // Изв. вузов. Приборостроение. – 2014. – Т. 57. – № 4. – С. 41–45.
2. Богатырев В.А., Богатырев А.В., Богатырев С.В. Оценка надежности выполнения кластерами запросов реального времени // Изв. вузов. Приборостроение. – 2014. – Т. 57. – № 4. – С. 46–48.

РАСШИРЯЕМОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ УПРОЩЕНИЯ ОПИСАНИЯ ЦИФРОВЫХ СХЕМ НА УРОВНЕ РЕГИСТРОВЫХ ПЕРЕДАЧ

Булыгин К.А.

В связи с ростом потребностей и аппаратных возможностей по созданию специализированных вычислительных машин и периферийных устройств возрастает потребность в прозрачных инструментальных средствах, позволяющих повысить уровень абстракции при описании цифровых схем и адаптируемых к новым задачам. Однако (в частности, поскольку область разработки цифровой аппаратуры является небольшой по сравнению с областью разработки ПО) имеющиеся средства, как правило, закрыты и специализированы, при этом развитие универсальных языков описания аппаратуры направлено в основном на повышение уровня абстракции при тестировании, но не при разработке аппаратных модулей.

Повышение уровня абстракции при сохранении возможности применять существующие САПР в области электроники, реализуемое с помощью прозрачного инструментального средства, возможно

посредством использования объектной модели, анализируемой и изменяемой пользовательским кодом. Благодаря работе на таком уровне становится относительно несложной поддержка дополнительных языковых конструкций для решения задач, часто встречающихся конкретному пользователю.

Целью работы являлось создание расширяемой пользователем системы, которая позволит работать с описанием цифровых схем на уровне объектной модели, принимая на вход RTL-описание (описание на уровне регистровых передач) на исходном языке (более удобном для использования) и генерируя RTL-описание на целевом языке (поддерживаемом существующими САПР). В качестве целевого языка используется язык Verilog как один из наиболее широко поддерживаемых.

Система организована следующим образом. Вначале генерируется описание синтаксиса промежуточного языка. Для этого часть PDF-документа со стандартом языка Verilog, содержащая формальное описание синтаксиса, преобразуется в текстовую форму. Затем происходит, посредством пользовательского кода, ее дополнение и модификация, в результате чего получается описание синтаксиса промежуточного языка. Это описание приводится к виду, поддерживаемому используемым модулем для синтаксического анализа (Perl-модуль MarpaX::Import, предоставляющий интерфейс к модулю Marpa::R2).

Затем каждое RTL-описание на исходном языке проходит текстовую предобработку, связанную в основном с условной и повторяющейся генерацией фрагментов кода, и формируется RTL-описание на промежуточном языке. Производится синтаксический анализ этого описания, по абстрактному синтаксическому дереву в несколько этапов строится соответствующая ему объектная модель. В целях упрощения разработки и отладки системы при построении используется цепочка XML-документов.

Наконец, происходит анализ объектной модели, ее преобразование и представление в виде Verilog-кода. Поскольку программный код оперирует естественными для данной предметной области понятиями модуля, регистра, выражения и т.д., он является компактным и расширяемым.

Таким образом, суть работы заключается в том, что пользователю становится доступен уровень объектной модели RTL-описаний на языке, являющемся расширением языка Verilog: это приводит к значительному упрощению анализа и синтеза RTL-описаний, поддерживаемых существующими САПР в области электроники.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КООРДИНАТОМЕР

Бурков А.С.

Плотины гидротехнических сооружений являются объектами повышенной опасности и требуют непрерывного контроля за состоянием их целостности и прочности. В этом плане особую роль представляет контроль плановых смещений тела плотины, который, в основном, осуществляется измерением смещений контрольных точек, задаваемых положением вертикальных струнных отвесов, установленных в конструкции гидротехнического сооружения на этапе строительства.

Целью работы является создание автоматизированного устройства для определения координат струны отвеса.

На данном этапе работы проведен анализ существующих аналогов, их эффективности, точности и возможности автоматизации процесса измерения, а так же выбран подходящий метод измерения, на основе которого возможно построение нового прибора – автоматизированного координатомера, а так же начата работа над макетом будущего устройства.

Проведенный анализ позволил сформулировать требования к автоматизированному координатомеру, а именно, необходимость измерения с одной установки двух координат, уменьшения в 2 раза погрешности измерения с целью увеличения метрологического запаса точности, так как имеющиеся координатомеры обеспечивают это требование на минимуме; при этом устройство не должно содержать сложной механики, быть легким и компактным.

Для реализации прибора, отвечающего заданным требованиям, был выбран метод определения положения струны в полярной системе координат. Для этого необходимо знать две величины – расстояние до струны и угол поворота от нулевого положения до текущего положения струны. В этом случае координатомер имеет на две основные части: первая – это триангуляционный датчик расстояния, а вторая – датчик угла поворота. Триангуляционный метод, на котором основан датчик, выбран потому, что он является одним из распространенных оптико-электронных методов измерения расстояний до объекта в силу простоты реализации [1]. Принцип измерения заключается в том, что любое изменение положения объекта вызывает соответствующее ему изменение положения изображения объекта, строящегося на фотоприемнике. Используя известные параметры оптической системы можно вывести формулу, связывающую изменения расстояния до объекта с изменением положения светового пятна на приемнике. В рассмотренной литературе [1] авторы приводят эту формулу этой зависимости, но наши исследования показали, что она не совсем точна. Была выведена уточненная формула, рассчитаны параметры оптической системы для ее реализации, выбран приемник излучения (ПЗС-линейка) и метод определения смещения светового пятна

на приемнике – интерполяция полученной зависимости и определение ее максимума.

Предложенный нами способ определения координат положения струны состоит в следующем: прибор устанавливается в фиксированное положение (на плотине имеется специальная установочная площадка с точными направляющими), и оно принимается за нулевое положение. Далее производится наводка на струну так, чтобы оптическая ось излучающего канала триангуляционного блока направлена строго на струну. После этого измеряется расстояние до струны и угол поворота, на который повернулось устройство. По этим данным микропроцессор определяет координаты положения струны в двух направлениях X и Y .

Таким образом, из теоретических исследований и практической реализации триангуляционного блока можно сказать, что данный подход позволяет обеспечить требуемые технические характеристики и возможность автоматизации.

Литература

1. Байбаков А.Н., Ладыгин В.И., Пастушенко А.И., Плотников С.В., Тукубаев Н.Т., Юношев С.П. Лазерные триангуляционные датчики положения в промышленных системах контроля и диагностики // Автометрия. – 2004. – Т. 40. – № 2.
2. Фрайден Дж. Мир электроники. Современные датчики. Справочник / Пер. с англ. Ю.А. Заболотной под ред. Е.Л. Свинцова. – М.: Техносфера, 2005. – С. 308–311.
3. Пат. 2262665 Российская Федерация, МПК G 01 C 15/10, G01 B11/24. Устройство для автоматизированного определения координат струнных отвесов гидротехнических сооружений / Круг Д.Е., Гондарев В.В., Лобанов П.А., Шайдуров Г.Я.; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Красноярский государственный технический университет (КГТУ). – № 2004107042/28; заявл. 09.03.2004; опубл. 20.10.2005, Бюл. № 29.
4. Михляев С.В. Анализ оптических триангуляционных систем измерения профиля зеркальной поверхности // Автометрия. – 2005. – Т. 41. – № 4.
5. Описание изобретения к авторскому свидетельству 594405 СССР, МПК⁷ G01 C3/00. Координатометр / Данилевич Ф.М., Зверев В.А., Соколов И.А., 2195779/18–10, заявл. 01.12.75 (21); опубл. 25.02.78, Бюл. № 7.
1. Пат.2398187 Российская Федерация, МПК G01C 15/10 (2006/01). Координатометр струны обратного отвеса / Буюкян С.П., Рязанцев Г.Е.; заявитель и патентообладатель ОАО «ГСПИ». – № 2009104266/28; заявл. 09.02.2009; опубл. 27.08.2010, Бюл. № 24.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ТАКТОВ В ПОЛИРИТМИЧЕСКИХ МУЗЫКАЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИЯХ

Воробьев И.О.

В музыкальной теории принято использовать специальную нотацию для записи и обозначения общих параметров музыкальной композиции. Высоту ноты, в нотной записи определяет ключ (скрипичный, басовый и т.д.), а так же ее позиция в нотном стане. Ритм определяет длина такта, темп – длительности нот и так далее. В частности, размер такта обозначается как дробь, числитель который показывает количество нот в такте определенной длительности, а знаменатель показывает значение этой длительности. Таким образом, размер $\frac{3}{4}$ означает, что в такте присутствуют три четвертных ноты. Существуют музыкальные композиции в которых встречается несколько размеров тактов – такие композиции называются полиритмическими. Размер определяет ритм произведения, многим музыкальным жанрам соответствуют определенные размеры. Таким образом, определение размера становится ключевой задачей в исследованиях и анализе музыкальных произведений.

Полиритмия в произведении может проявляться на трех разных уровнях – во времени, на разных каналах и на разных частотах. Разрабатываемый алгоритм использует факт периодичной природы музыки и основан на поиске похожих фрагментов музыкального сигнала и построении матрицы расстояний. Для выявления полиритмии на разных уровнях каждый канал произведения анализируется отдельно. Матрицы расстояний строятся для различных диапазонов частот, для выявления полиритмии по частоте. Алгоритм ищет в матрице расстояний сильные доли и по найденным данным оценивает отдельно числитель и знаменатель размера такта.

ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ И ПРИБОРЫ ВЫСОКОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ ПОРИСТОГО КРЕМНИЯ

Гальтер Д.П.

На протяжении последних сорока лет в области телекоммуникационных систем использовались различные высокочувствительные опτικο-электронные приборы. На смену суперортитонам пришли суперкремниконы, а затем появился новый класс фоточувствительных передающих приборов с зарядовой связью. Увеличение размера фоточувствительной матрицы с переносом заряда (ФППЗ) позволило создать высокочувствительный гибридный прибор с повышенной разрешающей способностью и чувствительностью и снизить потери при переносе изображения. Данный класс приборов достаточно широк и производится как в нашей стране, так и в ряде других стран. На

сегодняшний день такие гибридные системы на основе усилителей яркости с микроканальной пластиной (МКП) и ФППЗ пользуются большим спросом. ФППЗ повышенной чувствительности востребованы в экологии, биофизике, биологии, медицине; в фото- и спектрометрии слабых световых потоков; геологии и геофизике, ядерной физике, физике высоких энергий; оборонной промышленности (в том числе, в космической области).

Такие приборы должны обладать широким оптическим диапазоном, повышенной разрешающей способностью, низкими потерями при переносе изображения, сверхмалогабаритностью и сравнительно простым и недорогим техпроцессом.

Среди проблем таких приборов можно выделить невысокую чувствительность в ультрафиолетовой области. Это обусловлено тем, что ПЗС-структуры на кремниевой подложке слабовосприимчивы к УФ-излучению. Так, например, спектральная чувствительность фотодиода ФД-к № 74 в УФ-области в среднем составляет около 35% от чувствительности в видимой области. Это ограничивает область применения фотоэлектронных приборов (ФЭП), делая их малоэффективными для таких актуальных задач, как: обнаружение неисправностей высоковольтных линий, некоторые отрасли оборонной промышленности, создание солнечно-слепых приборов, исследования доменных структур в области биофизики, биомедицины.

Чувствительность приборов в УФ-области можно повысить за счет использования различных люминофоров, например, ZnO [1]. Тем не менее, сложность техпроцесса вынуждает искать более простые методы повышения спектральной чувствительности. Решением может оказаться использование в качестве подложки матрицы кремний с частичным травлением поверхностных слоев. Такое травление химическим или электрохимическим методом позволяет существенно изменить электронно-оптические свойства кремния. Так, при анодной поляризации монокристаллического кремния в растворах плавиковой кислоты в его объеме формируется управляемая сеть пустот (пор) различной морфологии, размеров, ориентации [2]. При облучении такого кремния УФ-излучением наблюдается фотолюминесценция в видимой области [3].

В ходе работы рассматривалась возможность усовершенствования существующих оптоэлектронных приборов, расширения области их применения на основе исследования оптических свойств пористого кремния, полученного методом химического травления: оценивалась интенсивность флуоресценции для разных длин волн возбуждения, спектральный состав наблюдаемой флуоресценции, а также его изменение с течением длительного времени.

Данная работа предполагает дальнейшие исследования для определения необходимости использования защитного покрытия, предохраняющего материал от контактов с внешней средой, поиска

материала, прозрачного в УФ-области и отражающего в области максимальной интенсивности флуоресценции пористого кремния, для создания опытного образца ФЭП с применением рассматриваемой технологии, а также будут определены необходимые требования по изготовлению и дальнейшему хранению и использованию образцов.

Литература

1. Грузинцев А.Н. Краевая люминесценция наностержней ZnO при оптическом возбуждении большой мощности // Физика и техника полупроводников. – 2008. – Т. 42. – № 9. – С. 1110–1115.
2. Юзова В.А., Левицкий А.А., Харлашин П.А. Развитие технологии получения и исследования пористого кремния // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies. – 2011. – С. 92–112.
3. Ищенко А.А., Фетисов Г.В., Асланов Л.А. Нанокремний: свойства, получение, применение, методы исследования и контроля. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. – 648 с.
4. Raja T.N.M., Brouwer A.M. Fluorescence spectroscopy in Polymer Science // Advanced Fluorescence Reporters in Chemistry and Biology III: Applications in Sensing and Imaging, Springer Ser Fluoresc. – 2011. – P. 91–112.
5. Yukihiro E.G., McKeever S.W.S. Optically Stimulated Luminescence: Fundamentals and Applications. – John Wiley & Sons, Ltd, 2.
6. Гальтер Д.П. Исследование флуоресцентных свойств пористого кремния на возможность повышения оптической чувствительности оптико-электронных систем и приборов // Сб. тезисов докладов конгресса молодых ученых. – 2014. – Вып. 2. – С. 67–69.

WEB 2.0 ТЕХНОЛОГИИ В ДИСТАНЦИОННОМ ОБУЧЕНИИ

Хвостов Д.А., Пантюхина К.А., Чепинский С.А.

В условиях всемирной глобализации и проникновения web-технологий во все сферы жизни использование современных подходов в дистанционном обучении становится насущной необходимостью. Всепоглощающая социализация и интерактивность, которую дает Web 2.0, представляют собой качественно новую систему для построения процесса обучения. Преимущества заключаются не только в непосредственном участии студентов в создании учебного контента и его повсеместной доступности, но и в повышении индивидуализации обучения и личной мотивации обучающихся.

Использование стандартизированных приложений созданных с помощью HTML, CSS и JavaScript технологий дает возможность запускать контент на всех существующих платформах, позволяя осуществлять непрерывный процесс обучения без привязки к определенному месту

обучения. Интерактивность достигаемая современными средствами расширяет возможности дистанционного обучения путем проведения лабораторных работ, позволяющих получать студентам практические навыки.

Основной существующей проблемой является приведение центров дистанционного обучения в соответствие со стандартами W3C. Существующие на сегодняшний день решения представляют собой разнородные, слабо связанные между собой системы использование которых с каналом малой пропускной способности и на мобильных устройствах затруднительно и подавляет мотивацию учащихся неудобным представлением информации и долгим временем подгрузки контента. Оптимизация таких систем и приведение их к стандартизированному виду, а также использование современных технологий – насущная проблема дистанционного обучения, которую мы решаем в ходе проекта.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ АНАЛИЗА КОДА В ЗАДАЧЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ МОДЕЛЕЙ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ

Кляус С.М.

В исследованиях производительности программных систем нередко применяется имитационное моделирование. Вопросы структурной и параметрической идентификации моделей в таких работах, однако, остаются слабо освещенными. Предлагается подход, основанный на анализе кода, как первичных данных о программной системе, и построении модели на основе кода. Так как сам по себе код является текстовым представлением программы, создание алгоритмов для его анализа затруднительно, таким образом требуется выводить из кода структурное его представление, такое как абстрактное синтаксическое дерево (AST) или граф вызовов. Цель данной работы – сравнение методов динамического и статического анализа исходного кода в задаче построения графа вызовов.

Объектом анализа выступает интерпретатор языка PHP, популярного языка веб-программирования. Статический анализ кода выполнялся посредством инструментальной среды SALSA [1]. Для динамического анализа кода для построения графа вызовов использовались методы трассировки и семплирования. Для трассировки интерпретатора использовалась система динамического инструментирования SystemTap [2]. Для семплирования была разработана собственная утилита, использующая отладчик GDB через внешнее Python API [3] для построения стеков вызовов, а затем анализирующая стеки вызовов, и на их основе строящая граф вызовов. Для исследования методов динамического анализа кода была создана тестовая среда, содержащая систему управления контентом Drupal, запущенную на сервере Dell PowerEdge

R520 с двумя процессорами Intel Xeon E5-2420 и использующую СУБД MySQL и веб-сервер Apache.

Хотя статический анализ кода и можно считать методом, обладающим полной информацией об исходном коде, эти данные могут являться избыточным: в граф вызовов попадают также функции, не вызывающиеся при нормальной обработке запроса, такие, как функции обработки ошибок. Кроме этого, статический анализ кода не позволяет выявить динамические вызовы через указатели на функцию, что является довольно распространенной практикой в программах подобных исследуемой для подключения внешних модулей. Наконец, использовавшаяся техника статического анализа исходного кода не решает задачи параметрической идентификации. Преимуществом методов статического анализа кода является его платформонезависимость.

Трассировка наоборот позволяет получить полный граф вызовов для одного запроса (но не всего кода), однако вносит колоссальные накладные расходы – время обслуживания в ходе экспериментов увеличивалось на порядок, таким образом невозможно было провести трассировку для синтетической нагрузки. Из-за этого нельзя использовать трассировку в чистом виде для получения времени, затрачиваемого на исполнение каждой функции, таким образом для решения задачи параметрической идентификации также требуется отдельная серия экспериментов.

Основная сложность при семплировании состояла в том, что в зависимости от частоты семплирования и глубины собираемого стека вызовов вносились разные накладные расходы. С другой стороны, уменьшая частоту семплирования и глубину стека вызовов труднее выделять графы вызовов, так как собирается меньший объем данных. Для нахождения оптимального соотношения этих параметров была проведена серия экспериментов, в которых была запущена синтетическая нагрузка, и осуществлялось семплирование исследуемой системы. Существенным является также и то, что при семплировании существует возможность получать частоту вызовов той или иной функции, что позволяет использовать эти данные в задаче параметрической идентификации. Недостатком этого метода является то, что построение полного дерева вызовов затруднено и вместо этого результатом работы утилиты является несколько не связанных между собой деревьев, что вызвано ограничением на глубину стека.

Из трех исследованных методов анализа кода наиболее привлекательным выглядит метод, основанный на семплировании, так как он удовлетворительно решает задачу структурной идентификации, позволяет получать первичные данные для задачи параметрической идентификации программной системы. Дальнейшее развитие этого метода видится в замене отладчика GDB на более легковесный семплер, что позволило бы уменьшить накладные расходы.

Литература

1. Жермаль А.В., Кляус С.М. Система статического анализа исходного кода SALSA // Сб. трудов молодых ученых и сотрудников кафедры ВТ. – 2012. – Вып. 3. – С. 12–15.
2. Eigler F.C., Hat R. Problem solving with systemtap // Proc. of the Ottawa Linux Symposium. – 2006. – С. 261–268.
3. GDB's Python API [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sourceware.org/gdb/onlinedocs/gdb/Python-API.html>, своб.

РАЗРАБОТКА МУЛЬТИМЕДИЙНОЙ БАЗЫ ГЕОДАННЫХ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ ДЛЯ ИНТЕРНЕТ-ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

Лавров В.Е.

В настоящее время в сети Интернет представлено множество ресурсов, где ежедневно публикуется большое количество материалов о дорожно-транспортных происшествиях (ДТП). Эти проекты, как правило, позволяют пользователям просматривать мультимедийный контент и оставлять комментарии, при этом информация о ДТП не структурирована. Материалы, отснятые очевидцами и случайными прохожими, публикуются на таких сайтах в первую очередь в развлекательных целях, к тому же фотографии и видеозаписи зачастую разбросаны по разным проектам, лишая пользователей и аналитиков возможности продуктивного сбора информации с них. Сохранение географических координат произошедшего ДТП при этом, как правило, не осуществляется вообще. Перечисленные выше факторы не дают возможности использовать такие сайты в аналитических и научных целях. В рамках данной работы осуществляется разработка не имеющего аналогов ресурса, который даст возможность сохранять информацию о произошедших ДТП в единую базу геоданных с интегрированной мультимедийной частью, для простой публикации и удобного просмотра материалов Интернет-пользователями.

Разработка ведется для обеспечения выполнения сайтом следующих основных целей применительно к ДТП:

- автоматизации системы ведения учета добавленной информации в структурированную базу данных;
- добавления мультимедиа материалов: загрузка и публикация фотографий и видеозаписей для всех зарегистрированных пользователей с использованием сторонних сервисов для хранения и обработки больших объемов информации;
- ввода и сохранения географических координат;
- занесения произвольной текстовой информации в качестве описательной части;

- привязки транспортных средств (марка, модель) и их государственных регистрационных знаков;
- ввода и сохранения наименований населенных пунктов;
- контроля за качеством предоставляемой Интернет-пользователями информации путем проверки всех присылаемых материалов перед публикацией;
- наглядного просмотра географических координат происшествий с помощью картографического сервиса;
- поиска ранее добавленного в базу ДТП по населенным пунктам, по государственным регистрационным знакам, моделям и маркам автомобилей и других транспортных средств-участников.

Создание мультимедийной базы геоданных подразумевает в себе функционал для сбора статистически ценных данных о произошедших ДТП по регионам, областям и странам. Анализ информации с помощью картографического сервиса позволит находить проблемные участки дорог на карте для выявления мест, где могут быть необходимы доработка инфраструктуры, улучшение информирования водителей транспортных средств об особенностях движения в данной местности, установка дополнительных дорожных знаков, оповещающих о проезде аварийно-опасных участников. Пополнение базы данных Интернет-пользователями обеспечит постоянный приток новых материалов и информации.

В качестве дополнительных возможностей проекта можно выделить возможность сохранения показаний свидетелей ДТП, которым удалось заснять видео и сделать фотографии произошедшего, что дает возможность дальнейшего нахождения средствами сайта и использования материалов участниками ДТП для получения объективной информации о случившемся. При использовании соответствующих юридических инструментов это может помочь выявлению виновника происшествия в суде.

Для разработки сайта главным образом используются система управления реляционными базами данных MySQL и скриптовый язык программирования PHP. В качестве HTTP сервера установлен Apache. В роли картографического сервиса выступает Яндекс.Карты. Для размещения информации используется хостинг на основе домашнего компьютера с операционной системой Linux с доступом в сеть Интернет, за исключением видеороликов, для обработки и хранения которых вследствие ограниченных финансовых и технических ресурсов автора используется хостинг YouTube.

В качестве промежуточных результатов можно отметить полноценное функционирование системы в соответствии с определенными целями работы. Проект доступен по адресу <http://ndtp.ru>. Для осуществления анализа информации и получения практических результатов необходим сбор данных о ДТП за продолжительное время. Ведется работа для привлечения Интернет-пользователей с целью получения основных результатов.

ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ОБЛАСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ WOLFRAM|ALFA

Ланцова Е.О., Одиночкина С.В.

В настоящее время экспертные системы широко распространены и применяются для решения различного рода задач в таких областях, как математические вычисления, диагностика, медицина, маркетинг, и другие.

Идея, заложенная в основу каждой такой системы, заключается в том, что для некоторой предметной области накапливается специализированная база знаний и набор определенных правил, которые могут быть применимы к этим знаниям. В дальнейшем такие данные обрабатываются при получении запроса к системе специальным интерпретатором. В результате обработки запроса, пользователь получает данные, которые, как правило, может предоставить эксперт в данной предметной области. Таким образом, система имитирует поведение человека, обладающего экспертными знаниями и опытом в конкретной области.

Одна из наиболее успешно развивающихся в настоящее время экспертных систем имеет название Wolfram|Alfa и представляет собой экспертную систему, содержащую огромную базу знаний в различных отраслях, таких как математика, физика, история, финансы, литература, музыка и другие.

Данная система была разработана компанией Wolfram Research и запущена в эксплуатацию 15 Мая 2009 года. В основу Wolfram|Alfa в некоторой степени легла система Wolfram Mathematica, которая, в свою очередь, представляет собой систему компьютерной алгебры (Computer Algebra System) и имеет широкие возможности для произведения высокого класса вычислений и моделирования, а также активно используется во всех видах промышленности, включая машиностроение и финансы. Алгоритмы из Mathematica используются для расчета и отображения результатов поиска в системе Wolfram|Alpha.

Основное отличие Wolfram|Alpha от существующих на данный момент интеллектуальных систем заключается в том, что данная программа не является поисковой системой в ее традиционном восприятии. Предназначение Wolfram|Alpha заключается в том, чтобы получить фактически правильный ответ на заданный вопрос, а также визуальную интерпретацию этого ответа. Сама система опирается на лицензированные базы данных, которые были разработаны сотрудниками Wolfram Research.

Еще одна отличительная особенность данной системы это способность воспринимать естественный язык запросов. Wolfram Research использует алгоритмы и анализ программного обеспечения для выявления закономерностей в данных. Это помогает определить сокращенные термины, которые люди используют при формировании запроса.

Литература

1. How Wolfram|Alpha Works [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://computer.howstuffworks.com/internet/basics/wolfram-alpha1.htm>, своб.
2. Shankland, Stephen. Wolfram Alpha gets supercomputer boost. – CNET News. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://news.cnet.com/8301-11386_3-10238869-76.html, своб.
3. Stephen Wolfram: Computing a theory of all knowledge [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ted.com/talks/stephen_wolfram_computing_a_theory_of_every_thing#t-450784, своб.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВИДЕОФИКСАЦИИ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Маюрова А.С., Кустикова М.А.

Введение

Согласно данным официальной статистики на территории России ежегодно происходит более двадцати тысяч аварий, связанных с добычей и транспортировкой нефти. Наиболее масштабные разливы случаются на воде, они же и приводят к наиболее негативным последствиям. В Санкт-Петербурге река Нева является частью Волго-Балтийского водного пути и Беломорско-Балтийского канала. По Неве активно транспортируются нефтепродукты, ежегодно Комитет по природопользованию фиксирует более 40 разливов нефти.

Постановка цели

Изучение возможностей использования оптико-электронных приборов и систем для обнаружения нефтяных загрязнений.

Постановка задач

- изучение существующих в настоящее время следящих систем в Санкт-Петербурге;
- анализ систем видеофиксации, рассмотрение условий использования камер наблюдения;
- выбор оборудования для системы видеонаблюдения.

Дистанционное обнаружение нефтяной пленки на поверхности воды возможно благодаря изменению оптических характеристик поверхности, а также изменению физического состояния поверхности вследствие изменения волнения, пенообразования под влиянием пленки. С 2007 года в Санкт-Петербурге для обнаружения нефтяных загрязнений используется система лидаров, установленная на десяти мостах. С их помощью отслеживаются как сбросы из городских предприятий, так и приходящие в город нефтяные пятна. Лидары располагаются под мостами и

осуществляют передачу лазерного луча через заданный интервал времени на поверхность воды.

При получении сигнала об обнаружении нефтяного разлива, аварийные службы мгновенно реагируют и направляются к месту происшествия, но к моменту их прибытия нефтяное пятно успевает пройти значительное расстояние, и определение его нового местонахождения вызывает трудности, особенно в темное время суток. Также есть вероятность возникновения ложных тревог, а самое главное невозможно определить, откуда пришло загрязнение. Для устранения этой проблемы Комитетом по природопользованию было принято решение объединить лазерные методы с методами телеметрии.

Погодные условия в Санкт-Петербурге весьма непредсказуемы. Поэтому камеры должны работать в сложных условиях наблюдения, таких как дождь, снег, град, туман. Для того чтобы система видеофиксации давала полную картину происходящего на воде в любое время необходимо чтобы система включала в себя несколько различных камер.

Достаточно часто для обнаружения нефтяных загрязнений применяются тепловизоры. Типовая чувствительность современных тепловизоров – $0,1^{\circ}\text{C}$. Радиационные температуры воды и нефти имеют разницу днем примерно $1\text{--}2^{\circ}\text{C}$, ночью $0,5\text{--}1^{\circ}\text{C}$. Этого достаточно для того чтобы тепловизионные камеры могли предоставить достаточно контрастную картину. Так же для обнаружения загрязнений можно использовать изменение яркости при равном контрасте рассматриваемой площади и эффект сглаживания ряби внутри нефтяного пятна, формирование сликов. Для этого можно использовать телевизионные камеры.

Таким образом, для непрерывного наблюдения акватории при любых погодных условиях требуется, чтобы видеоинформационный модуль состоял из цветной камеры высокого разрешения, телевизионной низкоуровневой черно-белой камеры с функцией «антитуман» и неохлаждаемой тепловизионной камеры, заключенных в металлический корпус для их защиты. Наличие всех трех устройств гарантирует бесперебойное наблюдение в любых ситуациях.

Тепловизор должен иметь чувствительность не более $0,1^{\circ}\text{C}$. Разрешающей способности цветной камеры должно быть достаточно для воспроизведения наличия светового излучения от капиллярной ряби, для обнаружения сликов. А черно-белая камеры должна иметь высокую чувствительность, для наблюдения в ночное время суток.

Исходя из гидрофизических характеристик Невы можно сделать вывод о том, что величина контраста нефтяной пленки на фоне чистой воды достигает максимума при направлении камеры на водную поверхность под углом в 45° . Так же анализ акватории показал, что вести наблюдение за акваторией целесообразно с той стороны, которая большую

часть дня является затененной и наветренной, для избегания фоновой засветки камер.

Исходя из погодных условий и места расположения камер, мы выбрали:

- тепловизор FLIR A615 с характеристиками: частота кадров 50–60 Гц, чувствительность 0,05°C, разрешение минимум 640×480 пикселей, широкое поле зрения;
- черно-белую противотуманную камеру ЭВС VNN-753-НЗ с характеристиками: ПЗС 1/3", ТВЛ 570, чувствительность 0,00003 Лк;
- цветную камеру ЭВС VEC-255-IP с характеристиками: ТВЛ 1000, минимальная освещенность 0,2 Лк, максимальная освещенность не менее 100000 Лк.

Далее мы можем подобрать подходящий объектив, который бы удовлетворял нашим требованиям. Мы рассчитали максимальное фокусное расстояние, которое необходимо для обнаружения нефтяного загрязнения на расстоянии 25 м от камеры. Оно получилось равным 60 мм. Так же мы посчитали угол обзора объектива 3°. Поскольку заранее размер пятна мы предугадать не можем, то необходимо взять объектив трансфокатор. При помощи объектива с такими характеристиками мы можем увидеть пятно на расстоянии 25 м размером от 2 до 50 м. По рассчитанным характеристикам выбираем объектив Tamron 13VM1040ASIR, его характеристики: фокусное расстояние: 10–40 мм, угол обзора: 37,5°×27,6°.

Очень многое в системе видеофиксации зависит от программных средств. Качество обнаружения загрязнения в большей степени определяется правильной работой программного обеспечения. Изображение с камер должно быть доступно одновременно нескольким пользователям, глубина архива при записи видеосигнала должна составлять не менее 14 суток. Доступ к видеоинформации должен обеспечиваться с автоматизированных рабочих мест на основе персональных компьютеров как в реальном времени, так и путем просмотра видеоархива. Необходимо предусмотреть алгоритм ограничения полномочий к доступу видеоинформации различным городским службам. Должен быть защищенный доступ к видеоинформации через сеть интернет. Необходимы средства видеоаналитики, позволяющие выделить зоны водной поверхности, в которых возможны загрязнения.

Заключение

Используемые в Санкт-Петербурге лидарные системы обнаружения нефти пока далеки от совершенства. Для того чтобы система видеофиксации давала полную картину происходящего, она должна состоять из различных камер. В ходе работы были определены некоторые необходимые характеристики видеооборудования, а так же сами камеры. Выбран объектив. Были выявлены требования к программному обеспечению.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ ВРЕМЕНИ КОГЕРЕНТНОСТИ ФЕМТОСЕКУНДНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО СУПЕРКОНТИНУУМА В ПЛАВЛЕННОМ КВАРЦЕ ОТ ПАРАМЕТРОВ ИМПУЛЬСАНА ВХОДЕ Мельник М.В.

В настоящее время большое внимание уделяется анализу возможностей практического использования фемтосекундных спектральных суперконтинуумов. Излучение со сверхшироким спектром уже нашло применение для формирования предельно-коротких импульсов [1], в оптической когерентной томографии [2], в нелинейной микроскопии [3], в системах сверхбыстрой передачи информации и других приложениях [4].

В связи с тем, что сейчас активно изучаются возможности применения излучения спектрального суперконтинуума, стал актуальным вопрос об изучении временной когерентности фемтосекундных спектральных суперконтинуумов [5]. Исследование времени когерентности спектрального суперконтинуума также может быть использовано для расчета разрешения оптической когерентной томографии [6].

В работе рассматривается однонаправленное распространение интенсивного светового импульса в волноведущей диэлектрической среде с нормальной групповой дисперсией и нерезонансной нелинейностью, которое может быть описано следующим уравнением [7, 8]:

$$\frac{\partial E}{\partial z} - a \frac{\partial^3 E}{\partial \tau^3} + b \int_{-\infty}^{\tau} E d\tau' + g E^2 \frac{\partial E}{\partial \tau} = 0, \quad (1)$$

где E – электрическое поле светового импульса; z – пространственная координата, вдоль которой распространяется импульс; $\tau = t - \frac{N_0}{c} z$ – время в движущейся с импульсом системе координат; t – время; c – скорость света в вакууме; параметры N_0 ; a и b описывают линейный показатель преломления среды и его дисперсию:

$$n(\omega) = N_0 + a c \omega^2 - c \frac{b}{\omega^2}, \quad (2)$$

параметр g характеризует безынерционную кубическую по полю нелинейность поляризационного отклика среды.

Для определения времени когерентности рассмотрим взаимодействие светового фемтосекундного импульса с самим собой, сдвинутым на временную задержку. Зная временную структуру поля на выходе из оптической среды, при генерации спектрального суперконтинуума, можно определить интерференционный сигнал по следующей формуле:

$$I(\Delta\tau) = \int_{-\infty}^{+\infty} (E(t) + E(t + \Delta\tau))^2 dt, \quad (3)$$

где $I(\Delta\tau)$ – зависимость интенсивности интерференционного поля от временной задержки; $E(t)$, $E(t+\Delta\tau)$ – временная структура поля на выходе из оптической среды и сдвинутое во времени тоже поле; $\Delta\tau$ – временной сдвиг между интерферирующими импульсами.

На рис. 1 представлен результат расчета интерференционного сигнала и приведен пример графического определения времени когерентности фемтосекундного спектрального суперконтинуума для временной структуры на выходе из плавленого кварца длиной 10 мм, при генерации спектрального суперконтинуума для исходного импульса длительностью $\tau_p=40$ фс, пиковой интенсивностью $I=10^{13}$ Вт/см², и центральной длиной волны излучения $\lambda_0=800$ нм, определенный по формуле (3). В качестве огибающей $U(\Delta\tau)$ используется экспоненциальная функция (кривая 2), накладываемая на функцию интерференционного сигнала (кривая 1) для временной структуры на выходе из кварцевого оптического волокна,

которую можно описать следующей формулой: $U(\Delta\tau) = e^{-\left(\frac{\Delta\tau}{\tau_{\text{кор}}}\right)^2}$, где $\tau_{\text{кор}}$ – время когерентности фемтосекундного спектрального суперконтинуума.

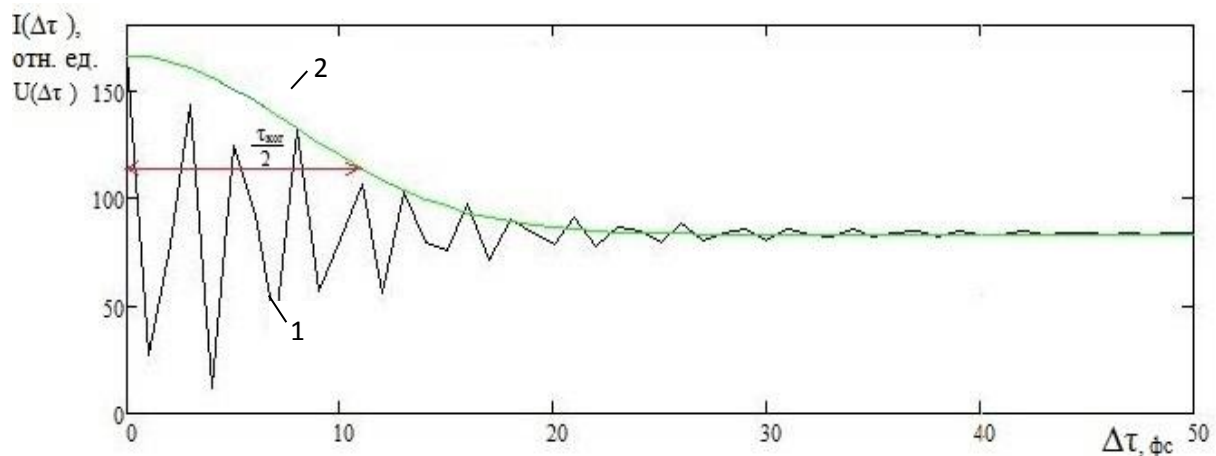


Рис. 1. Расчет времени когерентности импульса со сверхшироким спектром: кривая 1 – интерференционный сигнал, кривая 2 – экспоненциальная огибающая

Определяя время когерентности таким методом для различных длин волн и длительностей исходного импульса, получим зависимость времени когерентности от центральной длины фемтосекундного лазерного импульса на входе (рис. 2).

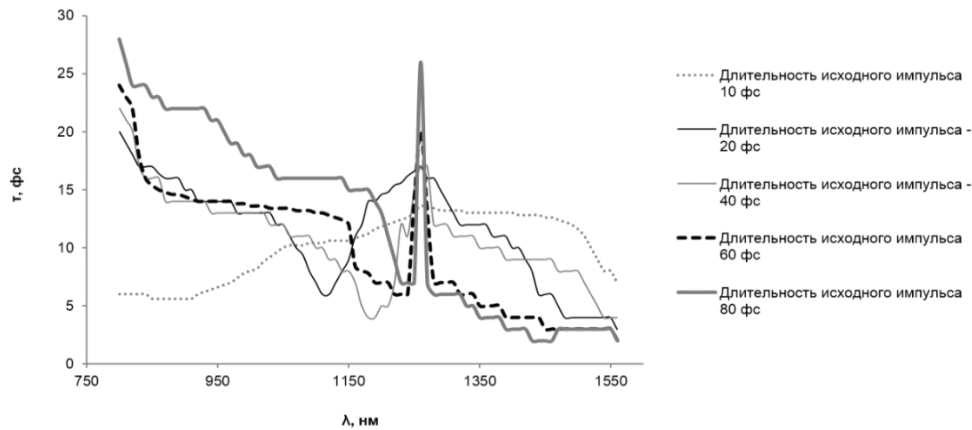


Рис. 2. Зависимость времени когерентности спектрального суперконтинуума от центральной длины фемтосекундного лазерного импульса на входе при пиковой интенсивности $I = 10^{13}$ Вт/см² и различных длительностях исходного импульса

Однако по этой зависимости можно мало что сказать, так как необходимо учитывать изменение длительности импульса, прошедшего через среду для разных длин волн. Введем параметр отвечающий за отношение времени когерентности к длительности спектрального суперконтинуума:

$$b = t_{\text{ког}}/t_{\text{имп}}. \quad (4)$$

Исходя из этих рассуждений можно получить зависимость отношения времени когерентности к длительности импульса на выходе из среды от центральной длины фемтосекундного лазерного импульса на входе, представленную на рис. 3.

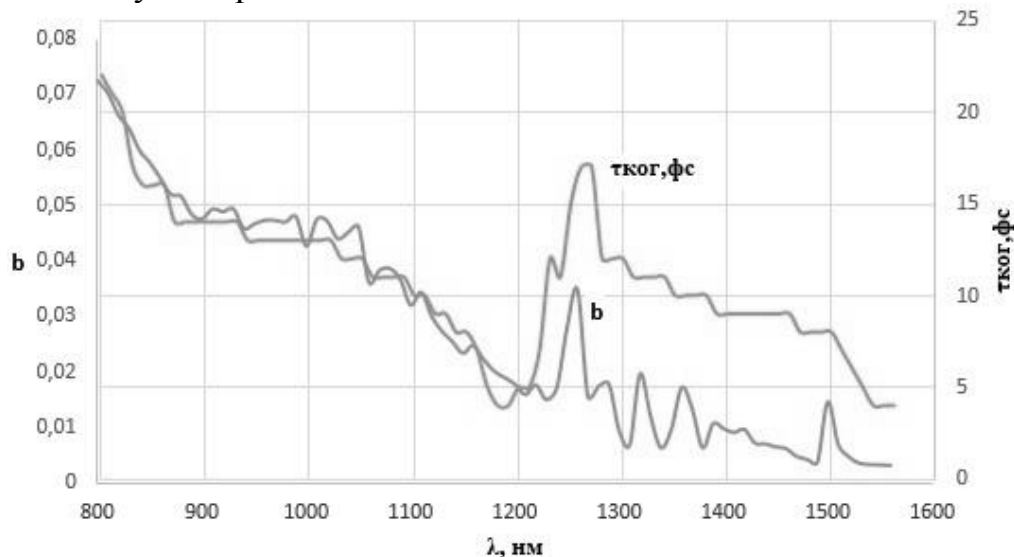


Рис. 3. Зависимость времени когерентности и отношения времени когерентности к длительности импульса на выходе от центральной длины фемтосекундного лазерного импульса на входе при длительности исходного импульса $\tau_p = 40$ фс и пиковой интенсивности $I = 10^{13}$ Вт/см²

Значение времени когерентности в области нулевой групповой дисперсии оптической среды соизмеримо со значением времени когерентности в области нормальной групповой дисперсии. Однако

параметр отвечающий за отношение времени когерентности к длительности спектрального суперконтинуума на выходе меньше в 2 раза.

Литература

1. Rinia H.A., Bonn M., Müller M. and Vartiainen E.M. Quantitative CARS spectroscopy using the maximum entropy method: the main lipid phase transition // *Chem. Phys. Chem.* – 2007. – V. 8. – № 2. – P. 279–287.
2. Dudley J.M., Coen S. Fundamental limits to few-cycle pulse generation from compression of supercontinuum spectra generated in photonic crystal fiber // *J. Opt. Express.* – 2004. – V. 12. – № 11. – P. 2423–2428.
3. Povazay B., Bizheva K., Unterhuber A., Hermann B., Sattmann H., Fercher A.F., Drexler W., Apolonski A., Wadsworth W.J., Knight J.C., Russell P.S., Vetterlein M., Scherzer E. Submicrometer axial resolution optical coherence tomography // *Opt. Lett.* – 2002. – V. 27. – № 20. – P. 1800–1802.
4. Dudley J.M., Coen S. Coherence properties of supercontinuum spectra generated in photonic crystal and tapered optical fibers // *Optics Letters.* – 2002. – V. 27. – № 13. – P. 1180–1182.
5. John M. Dudley, Stéphane Coen. Coherence properties of supercontinuum spectra generated in photonic crystal and tapered optical fibers // *Optics Letters.* – V. 27. – № 13. – P. 1180–1182.
6. Humbert G., Wadsworth W., Leon-Saval S., Knight J., Birks T., Russell P.St.J., Lederer M., Kopf D., Wiesauer K., Breuer E., Stifter D. Supercontinuum generation system for optical coherence tomography based on tapered photonic crystal fiber // *Optics Express.* – 2006. – V. 14. – № 4. – P. 1596–1603.
7. Козлов С.А., Сазонов С.В. Нелинейное распространение импульсов длительностью в несколько колебаний светового поля в диэлектрических средах // *Журнал экспериментальной и теоретической физики.* – 1997. – Т. 111. – В. 2. – С. 404–418.
8. Шполянский Ю.А. Сценарии развития фемтосекундного спектрального суперконтинуума // *Проблемы когерентной и нелинейной оптики.* – 2000. – С. 136–153.

СПОСОБ ОКРАШИВАНИЯ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ И ТИТАНА ПОСРЕДСТВОМ ЛОКАЛЬНОГО ОКИСЛЕНИЯ ИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ИЗЛУЧЕНИЕМ ВОЛОКОННОГО ЛАЗЕРА Одинцова Г.В., Карлагина Ю.Ю., Скуратова А.Л., Логинов А.В.

Лазерная маркировка на протяжении многих лет используется в промышленности и позволяет быстро и качественно наносить долговечные знаки на поверхность изделия. Такие идентификаторы обладают высоким разрешением, но являются одноцветными. Технология цветной лазерной маркировки (ЦЛМ) реализует создание полноцветных изображений на

металлах. Предлагаемая технология позволяет изменять оптические свойства поверхности металлов в видимом диапазоне за счет образования интерференционных оксидных пленок в результате химического взаимодействия сплавов с атмосферными газами при лазерном воздействии. Технология ЦЛМ может применяться при создании цветных логотипов на металлических поверхностях, защите продукции от фальсификации, а также, помимо различных цветов, при создании прозрачных защитных покрытий – пленок (например, на поверхности титана). В данной работе введен и определен интегральный полуэмпирический параметр нагрева C_{tech} , учитывающий температуру поверхности образца под действием серии лазерных импульсов и общее время нагрева – параметры, от которых зависит толщина пленки. Этот параметр определяет последовательность возникновения цветов. С целью однозначной идентификации полученного цвета по международной системе XYZ, проведены спектрофотометрические и колориметрические исследования с использованием спектрофотометра Ocean Optics CSEM4-VIS-NIR USB4000. По полученным данным создана таблица цветов для нержавеющей стали и титана при различных режимах обработки, выявлена последовательность возникновения цветов. Апробирована технология на других марках стали и латуни.

ИНВЕРСНО-СОПРЯЖЕННЫЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

Орлова Д.А.

Широкое распространение автоматизированных систем управления в различных областях обеспечивает актуальность исследований и разработки цифровых преобразователей угла (ЦПУ).

Одной из задач при проектировании ЦПУ является проектирование кодовой шкалы, для построения которой соответственно нужны отвечающие определенным требованиям двоичные последовательности.

Одним из видов последовательностей для кодовых шкал ЦПУ являются инверсно-сопряженные последовательности, характеризующиеся тем, что их вторая половина является инверсией первой. Преимуществом кодовых шкал, построенных на их основе, является большая плотность размещения пар излучатель-приемник.

Так как общее число инверсно-сопряженных последовательностей достаточно велико, к тому же быстро растет с увеличением разрядности шкалы (для четырехразрядных 64, для пятиразрядных уже 16384), то актуальной является задача выявления особенностей инверсно-сопряженных шкал и разработка алгоритма, позволяющего находить полнокодовые последовательности за меньшее число шагов, нежели полный перебор всех вариантов.

Построение последовательностей происходит следующим образом:

1. Берется начальная последовательность вида $0(0...0)01(1...1)1$, где $(0...0)$ и $(1...1)$ – произвольные комбинации нулей и единиц длиной L , где $L = (2^{n-1} - 2)$, n – разрядность шкалы.
2. Последующая последовательность вычисляется путем прибавления 1 к $(0...0)$, а $(1...1)$ вычисляется как ее инверсия.

При решении задачи были выявлены и использованы следующие особенности сопряженных нелинейных кодовых шкал (СНКШ).

Шаги размещения удовлетворяют зависимости $2 + 4\mathbb{N}$. Других шагов размещения для четырех-шестиразрядных СНКШ обнаружено не было.

Считывающие элементы (СЭ) должны находиться в пределах последовательности, так что ограничивается поиск шагов размещения следующим образом: $k \leq (N-1)/(n-1)$, где n – разрядность кодовой шкалы, $N = 2^n$ – длина последовательности.

Каждая последовательность имеет зеркальную ей. Под зеркальными последовательностями будем понимать следующее: $a_1, ..., a_t$ – прямая последовательность, $a_t, ..., a_1$ – зеркальная. Так как последовательности двоичные, а кодовая дорожка ЦПУ замкнута в круг, то нет разницы, производить считывание слева направо или справа налево. С технологической точки зрения эти последовательности являются равнозначными. Таким образом, достаточно синтезировать и проверить на различимость только одну из данных последовательностей.

Так как при синтезе сопряженной последовательности мы изменяем L -разрядную комбинацию из первой половины последовательности, а вторая вычисляется инверсией к ней, то для проверки всей последовательности на зеркальность достаточно проверить лишь данную L -разрядную комбинацию.

Также за счет инверсности первой и второй половины последовательности при проверке на различимость достаточно проверять комбинации, получаемые при смещении первого элемента комбинации относительно начала последовательности от 0 до $(N/2)-1$, так как последующие кодовые комбинации будут инверсией уже полученных.

Для удовлетворения условия проверки только одной из двух зеркальных друг другу последовательностей в алгоритме проверяются на различимость только те последовательности, десятичное представление L -разрядной комбинации которых меньше, либо равно десятичному представлению ее зеркального отображения.

Разработанный алгоритм позволяет получить весь набор полнокодовых инверсно-сопряженных последовательностей за меньшее время, чем при полном переборе.

Проведенные исследования могут использоваться при построении 4, 5, 6 – разрядных СНКШ, а также их комбинаций, т. е. 8, 9, 10, 11 и т.д. разрядных СНКШ [1].

Литература

1. Ожиганов А.А., Ростовский К.М. Кодовые шкалы на основе инверсно-сопряженных двоичных последовательностей // Изв. вузов. Приборостроение. – 2014. – Т. 57. – № 4. – С. 74–78.

РАЗРАБОТКА СЕТЕВОГО ПРОЦЕССОРА СИСТЕМЫ НА КРИСТАЛЛЕ

Пинкевич В.Ю.

В данной работе рассматривается проектирование сетевого процессора платформы для создания специализированных информационно-измерительных систем. Вычислительная система предназначена для интегрального исполнения на платформе ПЛИС или в виде заказных микросхем, которые могут рассматриваться как системы на кристалле. Сетевой процессор может быть выполнен как в виде отдельного модуля.

Сетевой процессор имеет два сетевых интерфейса: для сопряжения с вычислительным ядром информационно-измерительной системы и для связи с вычислительной сетью.

Требования к проектируемому сетевому процессору включают:

- поддержку передачи нескольких потоков пакетов по специализированным протоколам в реальном времени;
- поддержку обмена по многоуровневым резервированным каналам;
- возможность встраивания сетевым процессором своих пакетов в передаваемый поток пакетов.

Реализация системы в интегральном исполнении дает широкие возможности выбора способов реализации и оптимизации проекта. Для удовлетворения поставленным требованиям в данном проекте рассматривались следующие варианты организации системы:

- 1) аппаратная реализация функциональности с параллельной обработкой независимых потоков пакетов;
- 2) преимущественно аппаратная реализация поддержки протоколов обмена с использованием процессорного ядра общего назначения для настройки аппаратных блоков, обработки ошибок и нестандартных ситуаций;
- 3) преимущественно программная реализация протоколов обмена;
- 4) использование отдельных процессорных ядер для поддержки каждого из независимых потоков пакетов.

С точки зрения нефункциональных критериев предпочтительным является вариант, предусматривающий использование единственного программируемого процессорного ядра. Это облегчает создание, модификацию, обновление и отладку программного обеспечения, но может требовать избыточных ресурсов микросхемы на размещение процессорного и оказаться узким местом при обработке интенсивных потоков пакетов. Несмотря на недостатки данного подхода, применение принципа программируемости является актуальной современной тенденцией в создании систем на кристалле и сетевых процессоров в интегральном исполнении в частности.

Для выбора организации сетевого процессора была произведена оценка занимаемых аппаратных ресурсов и пропускной способности путем прототипирования варианта архитектуры сетевого процессора с использованием единственного процессорного ядра и низкоуровневых аппаратных контроллеров ввода-вывода. В качестве процессорного ядра использовалось созданное рабочей группой простое RISC-ядро с поддержкой программирования на ассемблере. В результате показана принципиальная возможность программной реализации требуемой функциональности при сохранении запаса по производительности.

Для достижения требований реального времени разработана модель программного и аппаратного обеспечения процессорного ядра в виде иерархии драйверов. Определяются два типа драйверов: неблокирующие и блокирующие. Оба типа драйверов могут являться процессами и аппаратными блоками, а блокирующие – также наборами вызываемых программных функций. Исполнение процессов организовано по принципу кооперативной многозадачности с циклическим планированием. Обработка одного запроса неблокирующим драйвером может быть выполнена с передачей управления другим процессам в случае необходимости ожидания. Обработка запроса блокирующим драйвером всегда выполняется за один раз. При появлении на некотором уровне блокирующего драйвера все вызываемые им уровни также становятся блокирующими.

При задании структуры иерархии, типов драйверов и их параметров для каждого из них могут быть получены оценки времени ответа и, соответственно, максимальное время обслуживания одного пакета. Используются следующие параметры драйверов:

- максимальное время, занимаемое работой собственного кода данного драйвера при получении управления ($T_{\max 0}$);
- для неблокирующих драйверов – максимальное число раз, необходимое для входа в процесс для выполнения запроса ($N_{\max}$, для блокирующих принимается равным единице).

Данная модель использовалась для выбора способа реализации драйверов в виде неблокирующих, блокирующих или аппаратных. В результате показана целесообразность аппаратной реализации драйверов

канального уровня сетевых интерфейсов, реализации в виде блокирующих драйверов уровней работы с аппаратными контроллерами и необходимость реализации в виде неблокирующих драйверов верхних уровней протоколов и уровней обеспечения надежности передачи пакетов.

Сетевой процессор успешно реализован и использован в качестве элемента вычислительной платформы.

ЛАЗЕРНОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ СТЕКЛЯННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ, ПОДВЕРГШИХСЯ ВОЗДЕЙСТВИЮ КИСЛОТОСОДЕРЖАЩИХ КРАСОК

Полтаев Ю.А., Синев Д.А., Струевич А.В.

Современные городские объекты часто подвергаются атакам граффитистов – людей, которые занимаются стрит-артом (уличным искусством). При этом все чаще уличные художники оставляют метки, используя краски, состав которых основан на плавиковой или уксусной кислоте. Такие краски обычно используются в декоративно-прикладном искусстве для матирования стекла в художественных целях, однако применение таких составов в нелегальном спрей-арте ведет к порче общественного имущества. Воздействие такой краски приводит к порче полированной поверхности из-за формирования шероховатостей в результате ее селективного травления. Результат такого воздействия невозможно удалить химическими, термическими или механическими методами, поскольку чаще всего они не предназначены для восстановления шероховатости поверхности или не позволяют производить локальную очистку. Кроме того, известные методы лазерной очистки не справляются с данной проблемой, так что возникла необходимость их модификации, а именно, совмещения непосредственно лазерного испарения красителя с лазерной полировкой для разглаживания рельефа. Эксперименты, преимущественно, проводились на оконных стеклах, так как их поверхность больше всего привлекает уличных «художников», с использованием широко применяемого в промышленности СО₂-лазера; а затем образцы исследовались с помощью методов оптической и сканирующей зондовой микроскопии. Результаты исследований показывают, что существуют предпосылки к созданию высокопроизводительной комбинированной технологии лазерного восстановления поверхности, которая позволяет и очищать поверхность, и восстанавливать ее рельеф за один этап.

Литература

1. Кислота кислотная / Вконтакте [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vk.com/kislotakislotnay>, своб.

2. Вейко В.П., Шахно Е.А., Яковлев Е.Б. Гидродинамические процессы на поверхности стекла при лазерной обработке // Изв. РАН, сер. Физическая. – 1997. – Т. 61. – № 8. – С. 1513–1518.

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ СТРУКТУРИРОВАННОГО ОСВЕЩЕНИЯ ДЛЯ ТРЕХМЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ

Пустовалов А.П.

Структурированное освещение (СО) – метод трехмерного сканирования, использующий специальным образом модулированное освещение, проецируемое на исследуемый объект, и, анализируя искажения которого можно получить информацию о глубине сцены [1]. Системы СО в настоящее время используются в игровых приставках [2], системах контроля доступа [3], для трехмерного копирования с использованием технологии трехмерной печати [4], при производстве и проектировании автомобилей [5] и т.д. В виду разнообразия сфер применения систем СО существуют различные модификации данного метода, предназначенные для определенных условий и определенных объектов. Так, для некоторых областей важна скорость сканирования, для других – разрешающая способность, для третьих – простота калибровки системы.

Для получения информации о глубине в модели системы СО анализируется снимок или набор снимков сцены с наложенным на нее паттерном(ами) [1] СО. Параметрами этой системы являются геометрия сканирующей установки и информация, закодированная в паттерне (модуляция освещения по известному закону в системах СО называется кодированием). Исследования в области СО направлены на различные аспекты систем СО: геометрия систем, методы кодирования паттернов СО, методы проецирования СО, методы съемки, методы калибровки, методы обработки полученных изображений.

Целью данного исследования является обзор и классификация существующих методов получения информации о глубине с использованием СО с выявлением их преимуществ, недостатков и области применения.

С точки зрения геометрии существуют различные модификации систем СО, например, с несколькими камерами или несколькими источниками освещения. Такие модификации позволяют уменьшить количество областей, в которых невозможно определить глубину, получить изображение областей, перекрывающихся другими объектами с положения одной из камер [6], или увеличить разрешения сканирования отдельных областей исследуемого объекта [7]. Однако следует отметить, что в большинстве работ используется классическая схема с одним источником СО и одной камерой, относительное положение которых фиксировано и заранее известно (см., например, [1, 5, 12]).

В качестве устройств проецирования могут быть использованы как когерентные, так и не когерентные источники излучения. Для модуляции излучения используются цифровые проекторы, дифракционные оптические элементы, шаблоны, формирующие определенный паттерн и т.д. У перечисленных методов проецирования и модуляции есть как преимущества, так и недостатки, и при выборе метода необходимо учитывать условия использования системы и особенности сканируемых объектов. Так, например, когерентные источники излучения обладают очень малым углом расхождения, что обеспечивает четкий рисунок паттерна в широком диапазоне расстояний от источника излучения, но при этом лазерное излучение может образовывать спеклы, что затрудняет обработку полученных изображений. Тепловые источники излучения, как правило, дешевы, но интенсивности их излучения может быть недостаточно для сканирования в присутствии естественного освещения [11]. Модуляция излучения с использованием цифровых проекторов удобна из-за их доступности, но обладает некоторой избыточностью так как позволяем модулировать излучение вдоль двух осей, хотя для многих систем достаточно модуляции вдоль одной оси [10].

Во множестве работ представлены исследования методов кодирования СО [8, 9]. Методы кодирования можно классифицировать по следующим признакам: по спектру излучения (монохроматические, цветные), по распределению кодируемых значений (дискретные, непрерывные), по принципу модуляции (пространственные, временные, пространственно-временные). Использование цветных паттернов позволяет увеличить количество информации, закодированной в паттерне, но накладывает ограничения на текстуру сканируемых объектов [12]. Увеличение количества информации в паттерне путем увеличения количества уровней интенсивности излучения требует дополнительно калибровки источника и приемника излучения [13]. Использование временного кодирования упрощает обработку полученных изображений и дает более устойчивые результаты, но затрудняет или делает невозможным сканирование движущихся объектов так как для построения карты глубины необходимо сделать несколько кадров, за время съемки которых исследуемый объект может переместиться.

В настоящее время не существует универсальных методов сканирования с использованием СО и выбор метода зависит от условий, в которых производится сканирование и характеристик исследуемых объектов.

Литература

1. Frankowski G., Hainich R. DLP-based 3D metrology by structured light or projected fringe technology for life sciences and industrial metrology // Proc. SPIE. – 2009. – V. 7210. – P. 72100C.

2. Khoshelham K., Elberink S.O. Accuracy and resolution of Kinect depth data for indoor mapping applications // *Sensors*. – 2012. – V. 12. – P. 1437–1454.
3. Bogue R. Three-dimensional measurements: a review of technologies and applications // *Sensor Review*. – 2010. – V. 30. – № 2. – P. 102–106.
4. Сайт компании Cubify [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cubify.com/en/Products/Sense>, своб.
5. Skotheim Ø., Couweleers F. Structured light projection for accurate 3D shape determination // *Proc. ICEM12*. – 2004. – P. 536–541.
6. Zhang S., Yau S.T. Three-dimensional shape measurement using a structured light system with dual cameras // *Opt. Eng.* – 2008. – V. 47. – № 1. – P. 013604.
7. Vargas J., Quiroga J.A. Novel multiresolution approach for an adaptive structured light system // *Opt. Eng.* – 2008. – V. 47. – № 2. – P. 023601.
8. Salvi J., Fernandez S., Pribanic T., Llado X. A state of the art in structured light patterns for surface profilometry // *Pattern recognition*. – 2010. – V. 43. – P. 2666–2680.
9. Lohry W., Chen V., Zhang S. Absolute three-dimensional shape measurement using coded fringe patterns without phase unwrapping or projector calibration // *Optics Express*. – 2014. – V. 22. – № 2. – P. 1287–1301.
10. Hassebrook L.G., Pethe A.G., Casey C., Yalla V.G., Lau D.L. Super resolution structured light illumination // *Proc. SPIE*. – 2007. – V. 6555. – P. 655508.
11. Harding K. Comparison of projection means for structured light systems // *Proc. SPIE*. – 2009. – V. 7432. – P. 74320S.
12. Tan Q., Lu N., Lou X., Dong M., Yan B. Color-encoded structured light for one-shot shape acquisition // *Proc. SPIE*. – 2010. – V. 7997. – P. 79971W.
13. Olesen O.V., Jørgensen M.R., Paulsen R.R., Højgaard L., Roed B., Larsen R. Structured light 3D tracking system for measuring motions in PET brain imaging // *Proc. SPIE*. – 2010. – V. 7625. – P. 76250X.

ОБУЧАЮЩАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО КУРСУ «ТЕОРИЯ АВТОМАТОВ»

Ризванова А.Р.

Предметная область

Теория автоматов – это одна из базовых дисциплин в сфере информационных и цифровых технологий, занимающаяся изучением математических моделей преобразователей дискретной информации, называемых автоматами. Дисциплина тесно связана со многими фундаментальными науками, такими как дискретная математика, теория алгоритмов, формальные языки и грамматики, и др. Теория автоматов также находит широкое практическое применение в самых разных сферах,

начиная от разработки компиляторов, парсеров и языков программирования, заканчивая реализацией в цифровых приборах.

Описание работы

Разработка обучающей интерактивной системы по курсу «Теория автоматов».

Предназначение: обучение основам работы с абстрактными автоматами, помощь в выполнении практических и лабораторных работ по курсу «Теория автоматов», контролирование знаний учащихся.

Сфера применения: студенты высших учебных заведений, изучающие данную дисциплину.

Функциональные возможности

С помощью разработанной системы пользователи могут решать следующие задачи:

- 1) построение абстрактных автоматов Мили и Мура. Варианты построения автоматов:
 - полностью или не полностью определенные;
 - сгенерированные случайным образом или заданные пользователем в табличном виде;
 - минимизированные и не минимизированные;
 - табличная форма и граф;
- 2) пошаговая взаимная транспозиция автоматов Мили и Мура;
- 3) пошаговая минимизация абстрактных автоматов;
- 4) контроль текущих знаний студентов в виде тестов с сохранением результатов.

В разработке находится функция реализации канонического метода структурного синтеза.

Результаты работы системы могут быть сохранены в текстовом формате (.txt), графическом (растровые или векторные картинки) или в формате электронных документов (.pdf).

Верификация

В целях обеспечения корректной функциональности в системе осуществляется верификация генерируемых и вручную заданных пользователем абстрактных автоматов.

Учитываются следующие условия корректности:

- отсутствие недостижимых состояний;
- отсутствие поглощающих состояний.

Так как генерация автоматов происходит на основе таблицы, заполненной последовательностью псевдослучайных чисел, возникает необходимость проверки сгенерированного автомата на корректность. Для этого, на основе таблицы строится граф, и от каждой его вершины осуществляется обход в ширину всего графа. При обнаружении хотя бы одной недостижимой или поглощающей вершины происходит повторная генерация автомата, или, в случае с пользовательским автоматом, выдается сообщение о его некорректности.

Технические сведения

Система написана на языке Java с помощью среды разработки NetBeans IDE 7.3

Минимальные системные требования:

- 50 Мб свободного места на диске;
- 128 Мб ОЗУ.

Литература

1. Ожиганов А.А. Теория автоматов. Учебное пособие. – СПб: НИУ ИТМО, 2013.
2. Баранов С.И. Синтез микропрограммных автоматов (граф-схем и автоматы). – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергия, Ленингр. отд-ние, 1979.

**РАЗРАБОТКА СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ
ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА**

Сергеева А.А.

Целью данного проекта является проектирование социальной сети, в которой люди смогут изучить иностранный язык.

В наше время большое количество людей хотят выучить иностранный язык, даже не задумываясь о том, насколько это легко сделать. Некоторые думают, что достаточно только приобрести учебник на иностранном языке и открыть его раз в месяц и все само собой выучиться, но это не так. Так как сейчас очень популярны приложения для смартфонов и КПК пришло решение придумать такое приложение, которое в удобной форме поможет выучить язык. С распространением такого приложения хочется надеяться на то, что каждый человек сможет объясниться в незнакомой для него стране.

Приложение в интересной форме должно показать, как легко выучить язык, расскажет много интересной информации о нем и поможет полюбить его.

Полное название создаваемого приложения – «Социальная сеть для изучения иностранного языка». Это приложение предназначено для людей, которые хотят выучить язык, не прилагая огромных физических, умственных и денежных затрат. Оно хорошо подойдет для детей и взрослых, у которых до этого не было знакомства с иностранным языком.

Приложение по изучению языка стало разрабатываться для того, что бы люди могли выучить язык из одного источника, не прибегая к поиску каждого слова, видео, аудио информации по разным сайтам. Многие люди из-за лени и непонимания всей важности изучения второго языка, не могут правильно подобрать методику обучения, вследствие чего изучения языка становится для них чем-то невозможным.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ В ГАЗОПРОВОДЕ

Синетова М.М., Цымжитов Г.Б.

Инновационные проекты с использованием ИТ в образовании, науке, культуре, искусстве

Газовая отрасль играет стратегическую роль в экономике России. На долю газа приходится около половины общего объема производства и внутреннего потребления энергетических ресурсов. Газ по газопроводам и газовым сетям подается под определенным избыточным давлением. Через определенные интервалы на магистрали установлены газокompрессорные станции, поддерживающие давление в трубопроводе. В конечном пункте магистрального газопровода расположены газораспределительные станции, на которых давление понижается до уровня, необходимого для снабжения потребителей. Для правильной работы необходимо постоянно следить за уровнем давления в газопроводе.

Существует немало решений устройств для измерения давления, например, В.А. Ларионов предложил способ измерения давления, заключающийся в размещении сенсора давления на основе тензорезистивного моста в исследуемую среду. Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для измерения давления жидких и газообразных сред. Способ измерения давления предусматривает использование сенсора давления на основе тензорезистивного моста и датчика температуры и заключается в регистрации выходных сигналов моста и датчика температуры, формировании сигнала, соответствующего общему сопротивлению тензорезистивного моста, определении по этому сигналу и выходному сигналу моста давления среды, определении по сигналу, соответствующему общему сопротивлению тензорезистивного моста, и сигналу, пропорциональному давлению среды, температуры моста, по отклонению которой от температуры, определяемой по сигналу датчика температуры, судят о погрешности измерения давления. Технический результат – уменьшение погрешности измерения давления.

Опираясь на предложенный российским изобретателем способ, можно спроектировать устройство для измерения давления в газопроводе. Устройство содержит микроконтроллер AT90PWM3 фирмы Atmel, тензорезисторный датчик. Для нормальной работы датчика необходимо обеспечить его бесперебойным питанием, поэтому используется стабилизатор напряжения, который позволяет на своем выходе иметь ток, равный 5 мА. Для возможности подключения устройства к персональному компьютеру через порт RS-485 выбирается преобразователь интерфейса MAX485 фирмы Maxim Integrated. Одноканальный цифровой индикатор JUMO DI 32 951530, предназначенный для отображения измеренных величин, а также для контроля граничных значений в промышленности

позволяет непосредственно визуализировать информацию. Данный индикатор имеет конфигурируемый аналоговый вход, позволяющий прямое подключение к тензодатчику. Частота опроса измерительного входа составляет 4 измерения в секунду.

В индикаторе имеется хорошо считываемый 4-х разрядный дисплей высотой 10 мм. Для конфигурирования имеются три клавиши. Установка параметров включается динамически, и после двух секунд без нажатия клавиш значение автоматически устанавливается. Степень защиты с лицевой стороны соответствует IP 66, с задней стороны – IP 20.

Разработанное устройство обеспечивает измерение давления 100–8000 кПа. При этом погрешность измерений составляет 3%. Также обеспечивается визуализация информации на цифровом индикаторе, что соответствует требованиям технического задания.

Датчик давления крепится непосредственно на газопровод с помощью штуцера и с помощью держателя с двумя монтажными отверстиями. Газ через штуцер подводится к тензодатчику, который расширяясь или уменьшаясь в размерах, меняет свое сопротивление. Эта информация поступает на микроконтроллер, находящийся на плате внутри корпуса. Выходной сигнал устройства – RS485. Также обеспечен вывод информации на цифровой индикатор.

При включении микроконтроллера происходит инициализация входов и выходов, включается встроенный в микроконтроллер АЦП, разрешаются прерывания. При подаче сигнала происходит прерывание и данные считываются с АЦП. После этого происходит выход из прерывания *reti* и данные, пройдя обработку микроконтроллером, передаются по RS-485.

Работа интерфейса RS-485. Цифровой выход приемника (R0) подключается к порту приемника UART(RX). Цифровой вход передатчика (DI) к порту передатчика UART(TX). Управляющие входы – разрешение приемника (RE) и разрешение передатчика (DE). Так как вход RE инверсный, то его можно соединить с DE и переключать приемник и передатчик одним сигналом с любого порта контроллера. При уровне «0» – работа на прием, при «1» – на передачу.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТАМАТЕРИАЛОВ ДЛЯ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ

Слобожанюк А.П., Белов П.А.

Термин «метаматериал» впервые обнаруживается в работах Дэвида Смита [1, 2] применительно к искусственным периодическим структурам с одновременно отрицательными диэлектрической и магнитной проницаемостями (левосторонние среды). В отличие от обычных материалов, свойства которых определяются атомами и молекулами, из которых они состоят, свойствами метаматериалов можно управлять за счет

специальной формы и компоновки искусственно создаваемых «метатомов». Создание метаматериалов позволило существенно расширить представления об электромагнетизме, например была показана возможность отрицательного преломления, инверсии эффекта Доплера, излучения Черенкова и эффекта Гуса-Хенхена. Метаматериалы находят применение для разнообразных приложений: от субволнового разрешения [3] и трансформационной оптики [4] до перестраиваемых и активных материалов [5], фотоники [6] и плазмоники [7].

В обычных материалах, размеры атомов на несколько порядков меньше, чем длина падающей электромагнитной волны. Таким образом, волна «чувствует» реакцию не отдельного атома, а совместный отклик множества частиц. Это справедливо и в случае метаматериалов, с одной оговоркой, электромагнитный отклик такого материала можно полностью контролировать (в определенном частотном диапазоне), а электромагнитные свойства можно описывать с помощью эффективных параметров: $\varepsilon_{eff}(\omega)$ – эффективной диэлектрической проницаемостью и $\mu_{eff}(\omega)$ – эффективной магнитной проницаемостью.

Существенным ограничением применения метаматериалов является узкий частотный диапазон в котором наблюдаются эффекты. Однако для во многих приложений это ограничение не является проблемой, например в магнитно-резонансной томографии (МРТ).

В данном докладе будут обобщены наши последние результаты применения метаматериалов для МРТ [8–10]. Используя композитные материалы можно существенно улучшить характеристики томографов, в частности улучшить разрешение получаемых изображений, уменьшить время сканирования, а также снизить стоимость оборудования.

Литература

1. Smith D.R., Padilla W., Vier D.C., Nemat-Nasser S.C. and Shultz S. Composite Medium with Simultaneously Negative Permeability and Permittivity // Phys. Rev. Lett. – 2000. – V. 48. – P. 4184.
2. Shelby R., Smith D.R. and Schultz S. Experimental Verification of a Negative Index of Refraction // Science. – 2001. – V. 292. – P. 77.
3. Pendry J.B. Negative Refraction Makes a Perfect Lens // Phys. Rev. Lett. – 2000. – V. 85. – P. 3966.
4. Pendry J.B., Schurig D. and Smith D.R. Controlling Electromagnetic Fields // Science. – 2006. – V. 312. – P. 1780.
5. Boardman A.D., Grimalsky V.V., Kivshar Yu.S. et al. Active and tunable metamaterials // Lasers Photonics Rev. – 2011. – V. 5. – P. 287.
6. Shalaev V.M. Optical negative-index metamaterials // Nat. Photon. – 2007. – V. 1. – P. 41.
7. Schuller J.A., Barnard E.S., Cai W., Jun Y.C., White J.S. and Brongersma M.L. // Nat. Mater. – 2010. – V. 9. – P. 193.

8. Slobozhanyuk A.P., Melchakova I.V., Simovski C.R., Belov P.A. Experimental verification of enhancement of evanescent waves inside a wire medium // Appl. Phys. Lett. – 2013. – V. 103. – P. 051118.
9. Слобожанюк А.П., Мельчакова И.В., Козаченко А.В., Филонов Д.С., Симовский К.Р., Белов П.А. Эндоскоп на основе предельно анизотропных метаматериалов для применения в магнитной резонансной томографии // Радиотехника и электроника. – 2014. – № 59. – С. 615–624.
- A. Slobozhanyuk P., Poddubny A.N., Krasnok A.E. and Belov P.A. Magnetic Purcell factor in wire metamaterials // Appl. Phys. Lett. – 2014. – V. 104. – P. 161105.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНЫМИ РЕЖИМАМИ В РАССТОЙНОЙ КАМЕРЕ

Тимошук А.И.

Для выпечки хлеба с высокими показателями органолептических параметров, таких как: форма и цвет корочки хлеба, вкус, запах, структура мякиша, нужно уделить особое внимание расстойки хлеба. Чтобы разрыхлить тесто, придать ему необходимую форму и объем, тесто (как пшеничное, так и ржаное) перед посадкой в печь подвергают расстойке в специальных расстоечных шкафах.

С увеличением количества минипекарен, растет потребность в универсальных расстоечных шкафах, так как без них не может обойтись ни одна хлебопекарня, поскольку от расстойки зависит качество хлебобулочных изделий, также немало важным фактором при выборе расстоечной камеры, является ее размер.

Основной задачей автоматизации расстоечного шкафа является точное поддержание температурного режима и влажности, так как от этих параметров зависит длительность расстойки теста в расстоечных шкафах. Для решения данной задачи можно использовать современные регуляторы, которые могут поддерживать и контролировать все параметры расстоечного шкафа, что позволит сэкономить на оборудовании и сократить размеры щита управления. В настоящее время один универсальный реле-регулятор способен заменить собой несколько вторичных преобразователей, совместимых только со своим типом датчика. Регулятор отличается повышенной надежностью и помехоустойчивостью при работе в сложных промышленных условиях. Так как один регулятор способен отображать всю информацию о текущем ходе расстойки, и это позволит сократить рабочую панель расстоечного шкафа, а, следовательно, позволит сэкономить место, занимаемое камерой, сократить энергопотребление и уменьшить финансовую составляющую.

Для выпечки хлеба высокого качества, особое внимание следует уделить расстойки теста, а использование универсального многоканального регулятора, позволит уменьшить размеры расстоечного шкафа и сократить количество регуляторов, что приведет к экономии бюджета.

ОНТОЛОГИЯ ОТКРЫТОГО БАНКА ЗАДАНИЙ ЕГЭ ПО ИНФОРМАТИКЕ НА ОСНОВЕ СТАНДАРТА ОБРАЗОВАНИЯ Филина Е.В.

С ноября 2013 года идет работа по созданию открытого банка заданий ЕГЭ и ОГЭ. 25 декабря 2013 г. выходит приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от № 1394 «Об утверждении Порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам основного общего образования», в котором говорится, что КИМ для проведения ОГЭ формируются и тиражируются ... с помощью открытого банка заданий и специализированного программного обеспечения, размещенных на официальном сайте Рособрнадзора или специально выделенном сайте в сети «Интернет» [1]. Планируется, что каждый регион будет самостоятельно формировать варианты ОГЭ [2]. Предположительно, Министерство образования проводит апробацию банка заданий на учащихся девятых классов 2014 года с целью понять эффективность решения опубликования заданий экзамена заранее. Следующим шагом стоит ожидать формирования КИМ ЕГЭ из открытого банка.

Таким образом, для успешной работы с открытым банком заданий, необходима разработка удобного пользовательского интерфейса портала от тематического формирования списка заданий до выработки индивидуальной траектории выпускника для подготовки к ЕГЭ. Целью работы была разработка модели организации заданий ЕГЭ с учетом потребностей выпускников и учителей.

На сайте Федерального института педагогических измерений (fipi.ru) в разделе «Открытый банк заданий ЕГЭ» [3] на апрель 2014 года по предмету Информатика выложены 668 заданий, разделенных по двум темам. Для выпускника и учителя современный вид Открытого банка заданий выглядит как большой массив данных, работа с которым осложняется невозможностью выбирать задания по темам, номерам в КИМ, уровню сложности и т.д. Существует необходимость оптимизации работы с Открытым банком заданий, что требует применения современных информационных технологий, в том числе использование связанных данных.

Для понимания компьютером информации об окружающем мире необходимо «объяснить» ему основные понятия этого мира и взаимосвязи

[4]. Отсюда развитие онтологий – систем понятий некоторой предметной области, представленной как набор сущностей, соединенных различными отношениями. Существующие средства для разработки онтологий можно разделить на инструменты для построения, для отображения и для выравнивания и отображения онтологий. Все эти функции выполняет программа Protégé, к была построена онтология данной работы.

В соответствие с целями данного исследования, необходимо было ограничить терминологическое представление предметной области. В качестве источника знаний для базы был выбран Стандарт основного общего образования по информатике и ИКТ [5]. Были детально изучены стандарт, демоверсия, спецификация, кодификатор 2014 года по информатике и ИКТ [6]. Разработка онтологии была ориентирована на поставленную задачу и не предусматривала детального описания предметной области Информатика и ИКТ. Было организовано два класса «КИМ», который включал нумерацию заданий ЕГЭ 2014, и «Содержание» с таксономией терминов Стандарта.

По технологии, предложенной Тони Бьюзен, с использованием Стандарта, была выполнена интеллект-карта (mindmap, диаграмма связей, карта разума) [7]. В результате все термины, включенные в Стандарт, оказались разделены на четыре больших класса, которые пересекались только вторичными связями. Данные классы в соответствии с логикой Стандарта были названы «Алгоритм», «Информация», «Логика», «Средства ИКТ». В каждой из этих областей по интеллект-карте были выделены также подклассы. Также была построена таксономия «КИМ» по материалам ЕГЭ 2014 года, и включала перечень классов от А1 до С4.

Была создана связь «зун» – знания, умения, навыки, необходимые для решения конкретных заданий из ЕГЭ. Таким образом, по обобщенному плану варианта КИМ ЕГЭ 2014 года из спецификации КИМ для проведения в 2014 году ЕГЭ по информатике и ИКТ были поставлены связи между заданиями КИМ и разделами Содержания.

В разделе «Построение графа» выбраны связи «class» и «зун», полученный граф показывал, что ЕГЭ только точечно охватывает вопросы Стандарта, большая же часть тем остается невостребованной. Данная модель не является полной и требует дальнейшей разработки: исследование связей между классами, а также свойств отдельных классов.

Данная онтология может быть взята за основу для создания различных приложений для подготовки к ЕГЭ: для информационного поиска по определенным темам или заданиям, для анализа текстов по данной теме, для подбора заданий по «проблемным» темам, – что дает возможность построения индивидуальной траектории для подготовки к ЕГЭ, и как следствие, отвечает ФГОС нового поколения.

Литература

1. Министерство образования и науки РФ. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 25 декабря 2013 г. № 1394 г. Москва «Об утверждении Порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам основного общего образования» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rg.ru/2014/02/14/attestacia-dok.html>, своб.
2. Открытый банк заданий ЕГЭ и ГИА от ФИПИ по всем предметам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://egeigia.ru/novosti/1422-otkrytyj-bank-zadaniy-ege-i-gia-ot-fipi-po-vsem-predmetam>, своб.
3. Федеральный институт педагогических измерений РФ. Открытый банк заданий ЕГЭ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fipi.ru/view/sections/141/docs/>, своб.
4. Андон Ф.И., Гришанова И.Ю., Резниченко В.А. Semantic web как новая модель информационного пространства Интернет // Проблемы программирования. Специальный выпуск. – 2008. – № 2–4. – Р. 417–430.
5. РФ Минобрнауки. Стандарт основного общего образования по информатике и ИКТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/262/39262>, своб.
6. Федеральный институт педагогических измерений РФ. Демоверсии, спецификации, кодификаторы 2014 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fipi.ru/view/sections/228/docs/660.html>, своб.
7. Buzan T. The Mind Map Book. Plume. – 1996. – 320 p.

ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД С ПОМОЩЬЮ БИОФЛОКУЛЯНТОВ Цесь Ю.В.

Загрязненные промышленными сбросами воды рано или поздно поступают в природные водоемы или почву. Природные системы не способны самостоятельно перерабатывать в таких объемах и таком составе загрязнения, которые характерны для промышленных сточных вод. В то время, как рыбоперерабатывающие предприятия характеризуются достаточно высоким уровнем водопотребления, что обуславливает большой объем образования сточных вод, имеющих высокую степень загрязненности и представляющих опасность для окружающей среды.

Для очистки сточных вод рыбоперерабатывающих предприятий используют, как правило, биологические и физико-химические методы. Принцип биологической очистки сточной воды состоит в том, что при некоторых условиях микробы способны расщеплять органику до простых веществ, таких как вода, углекислый газ и т.д. Физико-химическая очистка сточных вод основана на применении ряда процессов: флокуляция, коагуляции, сорбции, экстракции и т.д. Однако эти методы имеют

существенные недостатки, поэтому актуальной является разработка такого реагентного метода очистки сточных вод, который обладал преимуществами физико-химической очистки сточных вод при отсутствии недостатков использования традиционных реагентов.

В основу реагентного метода входит использование процесса флокуляции. Самыми распространенными реагентами, применяемых в системах водного хозяйства, являются синтетические флокулянты, которые способны вызывать вторичное загрязнение воды и выделяемого осадка остаточными количествами исходных мономеров.

Большое внимание в настоящее время уделяется использованию естественных биофлокулянтов, в частности микроорганизмов, обладающих биофлокулирующей способностью, но, как правило, используют для этого специально культивированные микроорганизмы, в то время как недооценивается резерв биомассы избыточного активного ила, производимого сооружениями биологической очистки.

Активный ил – это взвешенная в воде активная биомасса микроорганизмов, простейших, бактерий, осуществляющая процесс очистки сточных вод в аэробных биоокислителях; – сложное сообщество микроорганизмов различных систематических групп и некоторых многоклеточных животных.

Одним из методов обработки избыточного активного ила, улучшающих биофлокуляционную способность микроорганизмов, является воздействие кавитацией.

Кавитация – образование в капельной жидкости полостей, заполненных газом, паром или их. Для создания процесса кавитации при обработке избыточного активного ила наиболее приемлемым методом является воздействие ультразвуком. В результате этого воздействия клеточная оболочка активного ила разрушается, что приводит к высвобождению биополимеров, обладающих флокулирующими свойствами.

Для исследования показателей очистки сточных вод были использованы стандартные методики.

В результате проведенных исследований было выделено два ключевых режима обработки избыточного активного ила кавитацией – обработка 7,5–10 мин и 15–20 мин. Исследование влияния избыточного активного ила, обработанного кавитацией, в этих диапазонах показало, что наибольшая эффективность очистки проявляется при режиме 7,5–10 мин. Эффективность по взвешенным веществам – 90%; по содержанию соединений азота – 50%; по БПК – до 60%; по ХПК – до 65%; по содержанию фосфатов – 10–12%.

Результаты исследований: подтверждена эффективность использования ИАИ в качестве биофлокулянта для очистки СВ РПП; установлено, что флокуляционные свойства ИАИ улучшаются при кавитационной обработке; сравнительный анализ основных показателей

очистки СВ биофлокулянтами на основе ИАИ показал, что самая высокая эффективность очистки достигается при использовании ИАИ, обработанного УЗ в течение 7,5–10 мин.

На основании полученных результатов исследований была составлена принципиальная схема очистки сточных вод рыбоперерабатывающих предприятий, а также технологическая схема очистки.

Таким образом, проведенная работа свидетельствует о высокой эффективности очистки сточных вод рыбоперерабатывающих предприятий при использовании избыточного активного ила в качестве биофлокулянта; разработаны биофлокулянты на основе избыточного активного ила; установлены динамики биоизвлечения загрязнений сточных вод при очистке биофлокулянтами на основе избыточного активного ила; а также по результатам экспериментальных исследований и литературного поиска представлен метод очистки сточных вод рыбоперерабатывающих предприятий.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ АНАЛИЗА КОДА В ЗАДАЧЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ МОДЕЛЕЙ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ

Шибалов С.А.

Очень важной чертой мобильных устройств является то, что они могут сопровождать нас повсюду. С их помощью можно определить текущее географическое положение пользователя, при чем точность этой информации может достигать пары метров. Зная текущее положение пользователя, можно отобразить полезную для него контекстную информацию.

Способов определения текущего местоположения множество: GPS, A-GPS, информация сотовой сети, IP-адрес и т.д. В настоящее время консорциум W3C работает над стандартным интерфейсом для выполнения запроса о местоположении пользователя при помощи javascript, который называется Geolocation Api.

Наиболее распространенные варианты применения геолокации на мобильных устройствах:

- геомаркетинг (Geomarketing) – это термин, который относится к маркетингу, основанному на геолокации. Одна из целей геомаркетинга, с точки зрения бизнеса, это возможность предоставить рекламу, учитывая географическое расположение клиента;
- геосоциальная составляющая (Geosocial) – это термин, который относится к социальным медиа, основанным на возможностях геолокации. Именно из-за социальных медиа-приложений, использующих геолокацию для социального взаимодействия, услуги на основе определения местоположения стали популярными.

Геосоциальные приложения будут и впредь давать бизнесу новые способы предоставления рекламы для пользователей на более личном уровне;

- Geotagging – определяется как добавление геопространственных метаданных на цифровой контент, такой как фотографии, видео, текстовые сообщения, твиты. Геопространственная информация, как правило, учитывает в метаданных широту, долготу, высоту над уровнем моря, точность и заголовок;
- гео-приложения – приложения, которые основаны на возможностях геолокации. К таким приложениям можно отнести навигаторы, такие как Яндекс.Навигатор, Навител, CityGuide и т.д. Сервисы заказа услуг, например Яндекс.Такси. При помощи данного приложения, клиент может заказать такси, находящееся поблизости;
- поиск – у компаний появляется возможность выводить результаты поиска, с учетом местонахождения пользователя. От этого существенно повышается качество поисковой выдачи.

Можно ожидать, что точность определения местоположения будет со временем только возрастать. Триангуляция будет продолжать улучшаться в связи с вводом в эксплуатацию новых и более сильных вышек сотовой связи (чем больше вышек, тем больше сигналов от которых происходит расчет). GPS также будет продолжать развиваться, вводя новые спутники.

ОЦЕНКА СЛОЖНОСТИ АТАКИ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НАРУШИТЕЛЯ Щеглов К.А.

Исходя из того, что нарушитель информационной системы может быть охарактеризован сложностью реализуемых им атак на эту систему, определимся с тем, как количественно оценить сложность атаки (сложность реализации атаки для злоумышленника). С этой целью обратимся к основам теории информации, понимая, что для осуществления успешной атаки на уязвимость, злоумышленник должен обладать соответствующей информацией в отношении этой уязвимости – информацией о том, что такая уязвимость выявлена и не устранена, т.е. неким количеством информации в отношении уязвимости [1]. Отметим, что в отношении уязвимости нас интересует исключительной вероятностью того, что уязвимость присутствует в информационной системе (возможны два исхода – присутствует, либо нет), как следствие, количество информации здесь следует рассматривать, как вероятностную меру.

Вероятностная мера количества информации I (в рассматриваемом случае – в одном сообщении) определяется по формуле:

$$I = -\log_2 P_i,$$

где P_i – вероятность i -го исхода.

Неопределенность можно рассматривать в отношении любой уязвимости, которая может использоваться злоумышленником при осуществлении атаки, вероятность отсутствия которой в системе определяется, как $1 - P_{0y}$, где P_{0y} – вероятность выявленной и не устраненной в системе уязвимости. Злоумышленник, для осуществления успешной атаки на уязвимость, должен обладать соответствующей информацией, в отношении присутствия уязвимости в системе, т.е. получить сведения, уменьшающие неопределенность в отношении данной уязвимости, количество которой $I(P_{0y})$ определяется следующим образом:

$$I(P_{0y}) = -\log_2(1 - P_{0y}).$$

Поскольку, чем больше требуется злоумышленнику количества информации в отношении уязвимости для осуществления на нее успешной атаки, тем сложнее реализация атаки на уязвимость, характеристика $I(P_{0y})$ может рассматриваться в качестве характеристики сложности реализации атаки на уязвимость, обозначим ее S_y , где $S_y = I(P_{0y})$.

Атака в общем случае должна рассматриваться, как последовательность использования злоумышленником выявленных и не устраненных в системе уязвимостей, имеющих характеристики P_{0yr} и S_{yr} , $r=1, \dots, R$, аналогичным образом можем вести характеристику сложности реализации атаки в общем случае $I(P_{0a})$, обозначим ее S_a , где $S_a = I(P_{0a})$, которая определяется количеством информации, которым должен обладать злоумышленник, для осуществления успешной атаки, использующей R выявленных в системе и не устраненных уязвимостей:

$$S_a = I(P_{0a}) = -\log_2(1 - P_{0a}) = -\log_2 \prod_{r=1}^R (1 - P_{0yr}).$$

Используя соответствующее свойство логарифмов, можем записать:

$$S_a = I(P_{0a}) = \sum_{r=1}^R I(P_{0yr}) = \sum_{r=1}^R S_{yr},$$

и сформулировать важнейшее свойство характеристики сложности реализации атаки – сложность реализации атаки для злоумышленника, последовательно использующей несколько уязвимостей, определяется суммарной сложностью реализации атаки на каждую используемую атакой уязвимость.

Под моделью нарушителя информационной системы будем понимать оргграф реализованных атак (в том числе, частично реализованных – отраженных на определенных этапах средствами защиты) на подобную информационную систему, вершинами которого являются уязвимости, использованные при атаке злоумышленником, характеризующиеся («взвешенные») значением вероятности того, что информационная система в любой момент времени готова к безопасной эксплуатации в отношении этой уязвимости, P_{0y} , а дуги графа определяют последовательность использованных злоумышленником уязвимостей (направленного перехода между вершинами) при осуществлении им атак.

Крайне важным моментом при представлении модели нарушителя оргграфом является то, что данная модель позволяет не просто учесть некий набор уязвимостей, которыми захотел и смог воспользоваться злоумышленник, а учесть последовательности использования уязвимостей злоумышленником при осуществлении атаки, поскольку это, в большой мере, характеризует уровень квалификации потенциального злоумышленника.

Математическая же модель нарушителя (количественная интегральная оценка заинтересованности и возможности реализации злоумышленником атаки на конкретную информационную систему) при этом определяется следующим образом:

$$S_{ан} = \max \{S_{ант}, m = 1, \dots, M\},$$

где $S_{ан}$ – максимальная сложность реализованных в подобной информационной системе атак, определяемая на множестве выявленных атак на подобную информационную систему в процессе ее эксплуатации $S_{ант}, m = 1, \dots, M$.

Универсальность данной количественной оценки обуславливается тем, что она позволяет, количественно сравнивать между собою сложности атак, основанный на различных принципах реализации, в общем случае использующих совершенно различные уязвимости, в том числе, по своему происхождению.

Литература

1. Щеглов К.А., Щеглов А.Ю. Эксплуатационные характеристики риска нарушений безопасности информационной системы // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2014. – № 1(89). – С. 129–139.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АТАКИ И ОЦЕНКА АКТУАЛЬНОСТИ УЯЗВИМОСТЕЙ

Щеглов К.А.

При осуществлении атаки злоумышленником, как правило, используется не одна, а некоторая совокупность уязвимостей, причем в определенной последовательности (именно совокупность и последовательность использования уязвимостей и характеризуют атаку в общем случае).

Понимание этого позволяет представить атаку в общем случае (в частном случае атака реализуется на одну, отдельно взятую уязвимость) соответствующим графом. Под графом атаки на информационную систему будем понимать взвешенный ориентированный граф (или оргграф), вершинами которого являются уязвимости, характеризующиеся («взвешенные») уровнем их актуальности – значением вероятности того, что информационная система в любой момент времени готова к

безопасной эксплуатации в отношении уязвимости, P_{0y} , а дуги графа определяют последовательность использования злоумышленником уязвимостей (направленного перехода между вершинами) при осуществлении атаки [1].

Орграф атаки на информационную систему проиллюстрирован на рис. 1, а, где через P_{0yr} , $r = 1, \dots, R$ обозначается вероятность отсутствия в системе r -й уязвимости (информационная система готова к безопасной эксплуатации в отношении r -й уязвимости), одной из R уязвимостей, последовательно используемых атакой на информационную систему. Как видно из представленного орграфа, для успешного осуществления атаки, в системе должны присутствовать все R уязвимостей, т.е. каждая уязвимость, присутствующая в системе с вероятностью P_{0yr} , может рассматриваться в качестве резервирующего элемента (с вероятностью P_{0yr} предотвращает атаку). Это позволяет построить модель атаки на информационную систему, как схемы параллельного резервирования.

С учетом этого характеристика эксплуатационной информационной безопасности информационной системы в отношении атаки может быть получены с использованием математического аппарата теории надежности [1].

В результате представления атаки схемой параллельного резервирования, можем получить математическую модель атаки, позволяющую определить ее ключевую характеристику – вероятность того, что информационная система готова к безопасной эксплуатации в отношении атаки, P_{0a} (очевидно, что события выявления и устранения уязвимостей, эксплуатируемых атакой, независимы):

$$P_{0a} = 1 - \prod_{r=1}^R (1 - P_{0yr})$$

Данная характеристика может рассматриваться в качестве количественной оценки актуальности атаки. Именно по значению этой характеристики атака может быть отнесена к актуальной для информационной системы.

Информационная система в целом характеризуется совокупностью потенциально возможных на нее атак (на практике информационную систему целесообразно описывать совокупностью актуальных атак, определяемых на основании заданного для системы предельного значения характеристики P_{0a}). С учетом того, что отдельная атака может быть представлена орграфом, соответствующим орграфом, но уже совокупности атак, а не отдельных уязвимостей, может быть представлена и угроза. Будем называть подобный орграф угрозы орграфом безопасности информационной системы.

Используя представленные выше интерпретации и подходы, можно построить схему резервирования, в данном случае, уже последовательно-параллельного, для информационной системы в целом, в результате чего определить значение характеристики эксплуатационной безопасности информационной системы в целом, $P_{0исц}$. Построение схемы

последовательно-параллельного резервирования для расчета является необходимым условием корректности применения соответствующего математического аппарата. Это обусловливается тем, что в общем случае атаки зависимы, поскольку используемые ими множества уязвимостей в общем случае пересекаются.

Моделируя уязвимость [1], можно сделать вывод, что более актуальна та уязвимость, которая характеризуется меньшим значением характеристики P_{0y} . Однако моделируя атаку, можем сделать вывод о том, что не важно, какую из уязвимостей, используемых атакой, следует нивелировать средством защиты, поскольку средство защиты одинаково в этом случае включается в схему параллельного резерва.

Предположим, что в орграфе безопасности информационной системы представлены только актуальные для информационной системы атаки. С учетом сказанного введем понятие актуальности уязвимости. Количественной мерой актуальности уязвимости является то, каким количеством актуальных атак на информационную систему используется уязвимость, соответственно, от какого количества атак защищается информационная система при нивелировании средством защиты данной уязвимости. Таким образом, актуальность уязвимости для информационной системы количественно может быть оценена с использованием коэффициента актуальности уязвимости k :

$$k = US,$$

где U – число атак, входящих в вершину уязвимости на графе; S – число атак, исходящих из вершины уязвимости на графе. При этом более актуальной для реализации защиты будет та уязвимость, для которой значение коэффициента k выше.

Литература

1. Щеглов К.А., Щеглов А.Ю. Эксплуатационные характеристики риска нарушений безопасности информационной системы // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2014. – № 1(89). – С. 129–139.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭВОЛЮЦИОННЫХ АЛГОРИТМОВ ПРИ ПОМОЩИ ОБУЧЕНИЯ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ В НЕСТАЦИОНАРНОЙ СРЕДЕ

Петрова И.А., Буздалова А.С., Буздалов М.В.

Введение

Существуют методы повышения эффективности эволюционных алгоритмов при помощи вспомогательных критериев [1, 2]. Оптимизируемый критерий может выбираться случайным образом [1] или при помощи некоторой эвристики [3]. Первый метод может быть применен

для решения любой задачи с конечным набором вспомогательным критериев, но при этом не учитывает специфику задачи, а второй может быть применен для решения лишь конкретной задачи. Метод $EA+RL$, основанный на обучении с подкреплением [4], не имеет этих недостатков [5].

В предыдущих исследованиях в методе $EA+RL$ использовались алгоритмы обучения с подкреплением в стационарной среде. Однако если свойства вспомогательных критериев меняются в процессе оптимизации, может быть более эффективно использовать алгоритмы обучения с подкреплением в нестационарной среде.

В данной работе представлены результаты начальных исследований в области использования $EA+RL$ в нестационарной среде. Предложен новый подход к обучению с подкреплением в нестационарной среде. Приводятся результаты его применения к модельной задаче, также проводится сравнение с ранее применявшимися алгоритмами обучения с подкреплением.

Цель работы

Целью работы является исследование эффективности использования алгоритмов обучения с подкреплением для нестационарной среды в методе $EA+RL$. В литературе чаще всего встречаются алгоритмы обучения в нестационарной среде, применяющиеся для решения конкретных задач, поэтому необходимо адаптировать существующие алгоритмы обучения с подкреплением для использования в методе $EA+RL$. Ожидается, что применение алгоритма обучения с подкреплением в нестационарной среде повысит эффективность метода $EA+RL$ для решения задачи с изменяющимися вспомогательными критериями.

Описание предлагаемого подхода

Существуют различные методы обучения с подкреплением в нестационарной среде [6]. Одним из наиболее эффективных методов, который может быть применен к выбору вспомогательных критериев, является алгоритм RLCD [7]. Однако результаты применения алгоритма RLCD для решения описанной ниже задачи оказались хуже, чем результаты, полученные с помощью методов, применявшихся ранее. Поэтому был предложен новый метод обучения с подкреплением в нестационарной среде.

В новом подходе, в отличие от RLCD, используется алгоритм ϵ -жадного Q-обучения [4]. Также как в алгоритме классического Q-обучения, на каждой итерации агент применяет действие a к среде, находящейся в состоянии s . Затем обновляется значение ожидаемой награды $Q(s, a)$. В отличие от классического алгоритма Q-обучения при условии, что $|Q(s, a) - Q(s', a')| < \delta$ для какой-то пары (s, a) и (s', a') , обучение начинается заново. Перезапуск обучения связан с тем, что в описанном случае ожидаемая награда примерно одинакова для хотя бы

одной пары действий и агент не может определить, какое из них более эффективно.

Описание эксперимента

В ходе экспериментов сравнивались результаты применения метода *EA+RL* с использованием различных алгоритмов обучения с подкреплением к различным конфигурациям модельной задачи. В качестве алгоритмов обучения с подкреплением использовались предлагаемый подход, ϵ -жадное Q -обучение и отложенное Q -обучение [8].

Для проверки того, что новый алгоритм отличим от предыдущих, был проведен статистический тест Уилкоксона [9].

Результаты

Результаты проведенного эксперимента подтверждают, что для решения задачи с изменяющимися вспомогательными критериями, использование нового подхода более эффективно, чем применение ϵ -жадного Q -обучения и отложенного Q -обучения. Результаты сравнения нового метода с соответствующими алгоритмами с помощью теста Уилкоксона показывают, что новый метод отличим от существующих для всех рассмотренных конфигураций задачи.

Литература

1. Jensen M.T. Helper-Objectives: Using Multi-Objective Evolutionary Algorithms for Single-Objective Optimisation: Evolutionary Computation Combinatorial Optimization. – 2004. – P. 323–347.
2. Knowles J.D., Watson R.A., Corne D. Reducing Local Optima in Single-Objective Problems by Multi-objectivization // In Proceedings of the First International Conference on Evolutionary Multi-Criterion Optimization. – 2001. – P. 269–283.
3. Lochtefeld D.F., Ciarallo F.W. Deterministic Helper-Objective Sequences Applied to Job-Shop Scheduling // In Proceedings of Genetic and Evolutionary Computation Conference. – 2010. – P. 431–438.
4. Sutton R.S., Barto A.G. Reinforcement Learning: An Introduction // MIT Press Cambridge, MA, USA. – 1998.
5. Afanasyeva A., Buzdalov M. Optimization with Auxiliary Criteria using Evolutionary Algorithms and Reinforcement Learning // In Proceedings of 18th International Conference on Soft Computing MENDEL. – 2012. – P. 58–63.
6. Granmo O.-C., Berg S. Solving non-stationary bandit problems by random sampling from sibling kalman filters // In IEA/AIE. – 2010. – P. 199–208.
7. da Silva B.C., Basso E.W., Bazzan A.L.C., Engel P.M. Dealing with non-stationary environments using context detection // In Proceedings of the 23rd International Conference on Machine Learning, ICML '06. – 2006. – P. 217–224.

8. Strehl A.L., Li L., Wiewora E., Langford J., Littman M.L. PAC Model-Free Reinforcement Learning // Proceedings of the 23rd International Conference on Machine learning. ICML'06. – 2006. – P. 881–888.
9. Derrac J., Garcia S., Molina D., Herrera F. A practical tutorial on the use of nonparametric statistical tests as a methodology for comparing evolutionary and swarm intelligence algorithms // Swarm and Evolutionary Computation. – 2011. – P. 3–18.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВОБОДНОГО
ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ
ДИСТАНЦИОННОГО КУРСА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОСНОВЫ
ОПТИКИ». ПРОГРАММА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОПТИЧЕСКИХ
СИСТЕМ «СПЕКТР»**

Пименов Ю.Д., Пименов А.Ю., Смирнов А.П.

Последние несколько лет – период резкого скачка в развитии дистанционных курсов. Так, например, В 2012 году к массовым открытым онлайн-курсам (MOOCs) присоединилось большинство университетов Лиги Плюща, включая Гарвард и Принстон, а так же множество других сильнейших учебных заведений планеты: Массачусетский технологический, университеты Дюка и Риса, Музыкальный колледж Беркли и десятки других. Все они включили в свои программы дистанционные курсы, бесплатный доступ к которым имеет любой человек с интернет-соединением [1].

Помимо университетов следует выделить онлайн-платформы и онлайн-школы, такие как: «Coursera», «Udacity», где можно пройти курсы по различным направлениям и получить сертификат.

Одним из приоритетных направлений Университета ИТМО является развитие оптических и фотонных технологий. При обучении студентов по этим направлениям являются такие курсы, как «Основы оптики», «Прикладная оптика». При поиске онлайн-курсов на базе платформы «Coursera» по данным дисциплинам можно найти лишь бесплатный курс «Введение в оптику» на китайском языке от Национального университета Тайваня [2]. Поэтому создание такого дистанционного курса на русском и английских языках было бы перспективной идеей.

При создании такого курса следует реализовать две части: теоретическую и практическую. И если с теоретической частью все достаточно ясно – это создание видеолекций и наполнение курса печатными материалами, презентациями, а также контрольными тестами, то при создании практического курса проблемой является использование программы для моделирования оптических систем.

Современные пакеты для моделирования оптических систем, такие как Zemax, CodeV, являются мощными инструментами для

профессионалов, цена которых исчисляется тысячами долларов. Поэтому стоит делать ставку на свободное программное обеспечение (ПО). Свободное ПО постепенно завоевывает внимание пользователей в различных странах мира [3]. Чаще всего, свободное ПО распространяется на условиях, изложенных в GNU General Public License (GPL) [4]. К сожалению, среди свободного ПО нет программ для моделирования оптических систем, полностью удовлетворяющих GPL.

Поэтому для создаваемого курса необходимо разработать такую программу. Она должна быть интуитивно понятной и простой в обращении, с удобочитаемым выводом технических данных; должна быть создана с помощью открытого ПО, работать в различных операционных системах, а в перспективе, как онлайн-программа. В основу может быть положена программа «SPEKTR». Ее предшественники (созданные одним из авторов данной работы) с 1983 года использовались в ОАО «ГОИ им. С.И. Вавилова», в Университете ИТМО, на ОАО «ЛОМО» в научно-исследовательских работах, для обучения студентов и для разработки новых объектов. На данный момент программа позволяет:

- моделирование оптических систем (ОС) содержащих до 99 поверхностей;
- моделирование ОС со сферическими, осесимметричными асферическими поверхностями и дифракционными решетками;
- расчет ОС при задании до различных 9 длин волн и 11 точек поля;
- расчет параксиальных и аберрационных характеристик ОС;
- расчет автоколлимационных точек системы и ее компонентов.

Этих возможностей на данный момент вполне достаточно, чтобы организовать обучение студентов по курсу «Основы оптики»

Интерфейс программы представлен на рисунке.

Работа существующей версии программы проверялась в различных операционных системах: версиях Linux и MS Windows как 32-, так и 64-разрядных.

Создание дистанционного курса по оптике является сложной, но решаемой задачей, а использование программы «SPEKTR» освободит обучающегося от необходимости использовать дорогие профессиональные пакеты моделирования оптических систем.

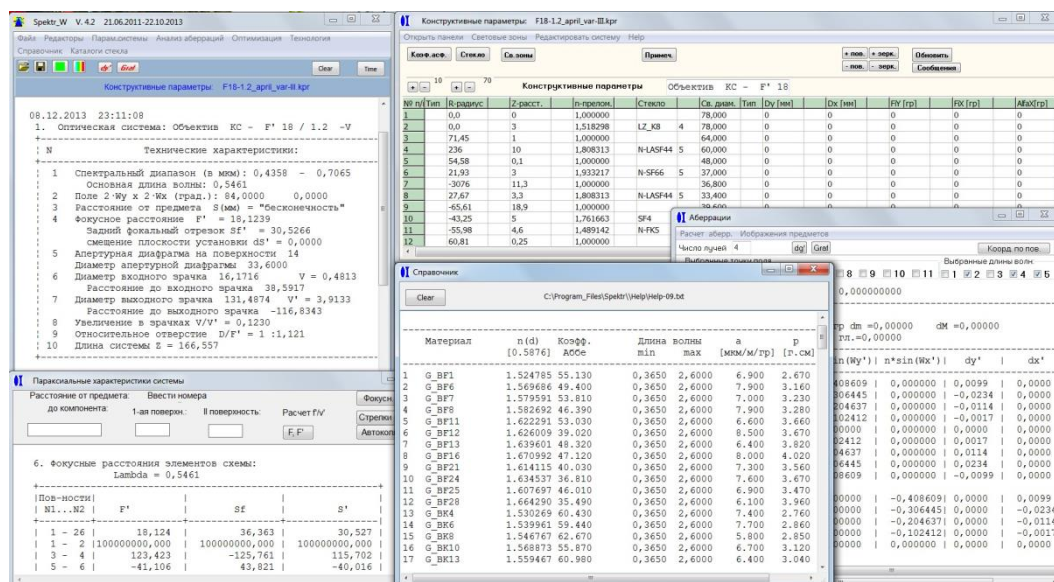


Рисунок. Интерфейс программы «СПЕКТР»

Литература

1. MOOCs: вторая жизнь высшего образования / Компьютерра Онлайн [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.computerra.ru/business/54658/moocs-vtoraya-zhizn-vyisshego-obrazovaniya/>, своб.
2. Coursera [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.coursera.org/courses?search=optics>, свобод.
3. Свободное программное обеспечение в государственном секторе / Центр ИТ-исследований и экспертизы: Москва – Академия народного хозяйства при Правительстве РФ, 2007 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ifar.ru/library/book370.pdf>, своб.
4. Операционная система GNU / GNU General Public License [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gnu.org/licenses/gpl.html>, своб.

СТРУКТУРНОЕ СОПОСТАВЛЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ТРЕХМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Пономарев С.В.

В настоящее время в различных областях науки и техники, связанных с обработкой визуальной информации, таких как промышленная робототехника, медицина, разработка охранных систем, криминалистика, все более актуальной становится проблема автоматизации операций анализа и интерпретации содержания изображений. Одной из базовых операций, требующих автоматизации, является сопоставление двух изображений, полученных для разных ракурсов съемки, или для различных типов сенсоров.

Сопоставление изображений может быть реализовано с использованием различных методов, которые используют различные представления входной информации. Корреляционные методы, работающие с низкоуровневым представлением изображений и опирающиеся на яркостные характеристики, используются для распознавания сигналов и изображений в течение нескольких десятилетий. Данные методы позволяют эффективно и быстро решать задачу сопоставления даже при малых отношениях сигнал/шум, однако, корреляционный отклик деградирует при взаимных геометрических преобразованиях сопоставляемых изображений.

Ухудшение корреляционного отклика может быть также вызвано изменением знаков взаимных контрастов локальных элементов изображений в связи с естественными изменениями условий наблюдения сцены и ее сезонно-суточными изменениями [1]. Для того чтобы добиться устойчивой работы алгоритмов сопоставления изображений в данных условиях, необходимой становится работа с более высокоуровневыми представлениями изображений. Структурные методы сопоставления позволяют использовать содержательную идентичность изображений и преодолевать априорную неопределенность, возникающую из-за рассмотренных выше факторов изменчивости, а также в силу огромного многообразия подлежащих автоматическому анализу и интерпретации сюжетов [2].

В работе [3] был представлен структурный алгоритм сопоставления изображений, имеющих сложные взаимные геометрические и контрастно-яркостные преобразования. Разработанный алгоритм позволяет достигать высокой точности совмещения и осуществлять робастное сопоставление пар изображений, снятых с разных ракурсов, в разное время суток и года и с помощью сенсоров различного типа. Однако сопоставление изображений реализовано для двумерного случая, поэтому сфера применения алгоритма ограничена, в частности, наиболее эффективно с помощью данного алгоритма реализуется структурное сопоставление аэрокосмических изображений.

В данной работе осуществлена разработка алгоритма, реализующего решение задачи сопоставления изображений на основе структурного подхода в трехмерном пространстве. Проведено исследование робастности разработанного алгоритма к условиям съемки, дана количественная оценка эффективности работы алгоритма. Рассмотрены преимущества и недостатки использования третьей координаты при сопоставлении изображений, представлены примеры практического применения разработанного алгоритма.

Литература

1. Жеребко А.К., Луцев В.Р. Согласованная фильтрация в естественных и искусственных нейронных сетях // Оптический журнал. – 1999. – Т. 66. – № 9. – С. 69–72.
2. Потапов А.С. Иерархические структурные методы автоматического анализа аэрокосмических изображений: диссертация ... кандидата технических наук: 05.11.07. – СПб, 2005. – 158 с.
3. Lutsiv V.R., Andreev V.S., Gubkin A.F., Iljashenko A.S., Kadykov A.B., Lapina N.N., Malyshev I.A., Novikova T.A., Potapov A.S. Algorithms for automatically processing and analyzing aerospace pictures // Journal of optical technology. – 2007. – V. 74. – № 5.

АЛГОРИТМ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОСТРОЕНИЯ ИЗОБАТ ПО КАРТОГРАФИЧЕСКИМ ДАННЫМ И ДАННЫМ ПРОМЕРОВ ГЛУБИН

Ястребов Л.Д.

Введение

В настоящий момент накоплено огромное количество батиметрических данных в виде электронных навигационных карт (ЭНК) (для покрытия мирового океана по данным сервиса предоставления векторных карт гидрографии Соединенного Королевства используется более 12,5 тысяч карт [1]), результатов промеров, и т.д. Управление таким огромным массивом данных является чрезвычайно сложной задачей, так как мир постоянно меняется, соответственно изменяются карты и другие данные. Причем регулярно возникают ситуации, когда один и тот же измененный участок попадает на несколько карт, и в каждой из них надо выполнить соответствующие изменения. Таким образом, очевидна необходимость создания единой базы данных, которая предоставляла бы централизованный доступ к получению и изменению данных ЭНК. Сдерживающим фактором создания такой базы является разнородность данных, содержащихся в ЭНК, в частности, разные уровни проведенных на разных картах изобат, что препятствует бесшовной стыковке объектов ЭНК на их границах.

Также, с развитием систем дистанционного зондирования Земли и эхолокационных систем, постоянно генерируются огромные массивы точечных данных, содержащие информацию о рельефе поверхности. В точечном виде эти данные не пригодны для навигации, гидрографии, изучения закономерностей рельефа, океанографических и экологических исследований, что означает необходимость их преобразования в более удобную для автоматизированной обработки форму.

Для решения вышеозначенной проблемы сшивки карт, использования точечных данных и других проблем автором предлагается алгоритм автоматического построения изобат заданных уровней.

Необходимость программного построения изобат

Для построения в рамках картографической базы данных слитной области необходимо искать и объединять области с одинаковыми глубинами и стыковать изобаты с одинаковыми значениями. Здесь существует проблема, которая заключается в том, что на разных картах могут быть нанесены изобаты и области глубин с разными значениями (например, на одной карте изобаты 5, 10, 15, а на другой 4, 6, 9). Для решения этой проблемы необходимо построить по каждой из карт (или массивов данных) поверхность, рассечь ее по нужным уровням, преобразовать сечения в изобаты, и потом уже стыковать изобаты с одинаковыми значениями.

Создание такой базы, помимо предоставления централизованного доступа к получению и модификации карт также открывает возможность создания системы автоматического построения протяженных маршрутов.

Для использования точечных данных в навигации, гидрографии или геоморфологии необходима их обработка и построение по ним изобат, областей глубин, изолиний.

Анализ исходных данных

В качестве основного источника данных используются карты в формате S-57 (далее S-57), описанном в Стандарте обмена цифровыми гидрографическими данными Международной Гидрографической Организации № S-57 [2].

Из батиметрических данных наибольший интерес представляют собой области с минимальной гарантированной глубиной (DEPARE в S-57). Наличие таких областей позволяет, например, автоматизировано строить маршруты движения судов или визуально оценивать глубины по раскраске тех или иных областей.

В контексте данной работы это означает, что, используя данные о промерах глубин и/или изобаты, DEPARE, данные о зонах дноуглубительных работ (DRGARE) и другие, необходимо построить расширенный набор изобат и областей глубин. Для этого по имеющимся данным строится поверхность и рассекается на заданных уровнях. Таким образом, получается набор линий – изобат, которые замкнуты, либо же замыкаются на границу области данных. Чтобы из них получить области глубин, на этапе построения сечения определяется, с какой стороны изобаты глубина меньше, а с какой больше.

При работе с реальными данными выясняются следующие проблемы:

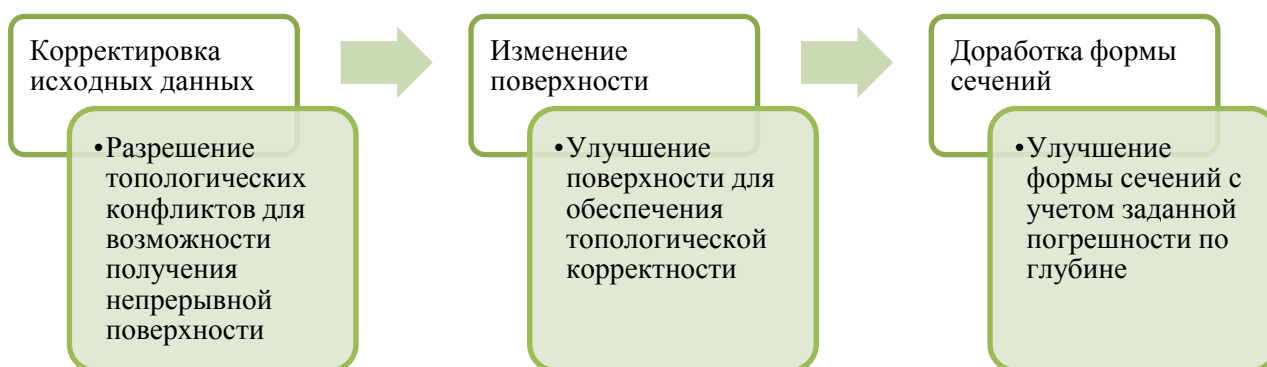
1. низкое качество и стандартизация исходных данных;
2. сечения содержат большое количество ненужных точек;
3. формы сечений не характерны для изобат ввиду большого количества острых углов;

4. данные могут использовать значительное количество памяти;
5. при использовании двумерной триангуляции Делоне невыпуклые области триангулируются до выпуклых, что приводит к исчезновению «заливов» и «проливов» из трехмерной поверхности, они становятся плоскими;
6. ненулевая изобата, область с минимальной ненулевой глубиной или зона дноуглубительных работ может стыковаться с областью земли;
7. разноуровневые изобаты могут стыковаться в одной точке;
8. области глубин должны стыковаться через промежуточные контура глубин, но не всегда это так.

Таким образом, очевидно, что данные, поверхности и получаемые по ним сечения в исходном виде не пригодны для использования в качестве изобат.

Алгоритм обработки данных для получения изобат

Для разрешения или нивелирования вышеуказанных проблем автором предлагается алгоритм комплексной обработки исходных и получаемых данных. Алгоритм можно разделить на три этапа:



Рассмотрим эти этапы подробнее.

1. Корректировка исходных данных для получения непрерывной поверхности

В морской картографии считается нормальным соединением в одной точке линий с разными уровнями, это могут быть разные изобаты (DEPCNT), это может быть соединение DEPCNT с берегом (LNDARE), а также соединение изобаты или берега с DRGARE. Построение поверхности по таким данным приведет к получению поверхности с разрывами, что совершенно не годится для дальнейших манипуляций с поверхностью и корректного выполнения сечений.

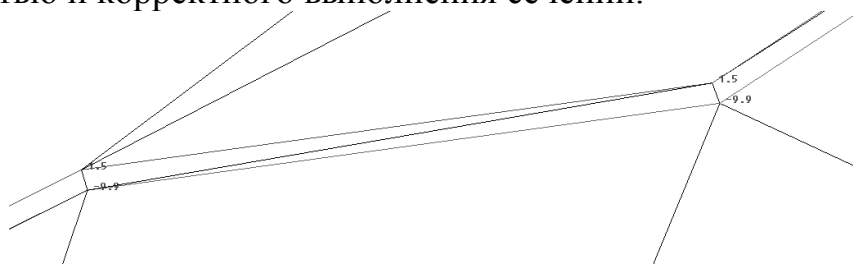


Рис. 1. Пример отступа при большом увеличении

Для корректировки поверхности каждой неоднозначной точке предлагается выбирать и присваивать одно значение. В случае с DEPCNT и LNDARE выбирается наиболее безопасное значение, т.е. значение с наименьшей глубиной. В случае с DRGARE ситуация сложнее, так как с одной стороны, нужно обеспечить внутри DRGARE фиксированный уровень глубины, с другой стороны это не должно затронуть окружающий рельеф, поскольку DRGARE это сугубо искусственная область, образованная выемкой грунта, и окружающий рельеф меняется, как правило, очень незначительно. Для обработки этой ситуации из полигона DRGARE делается два полигона: исходный и полигон с незначительным (порядка дециметра) отступом внутрь. При этом внешний полигон строится по данным окружающего рельефа, внутренний с фиксированным уровнем, а между ними получается зона непрерывного перехода.

2. Изменение поверхности, обеспечение топологической корректности

Для построения поверхности используется двумерная триангуляция Делоне с ограничениями, подробно описанная в [3].

Улучшение формы поверхности предлагается производить двумя способами: флипами некоторых ребер (флип ребра называется замена его на ребро, соединяющее противоположные точки смежных треугольников) и вставкой дополнительных точек.

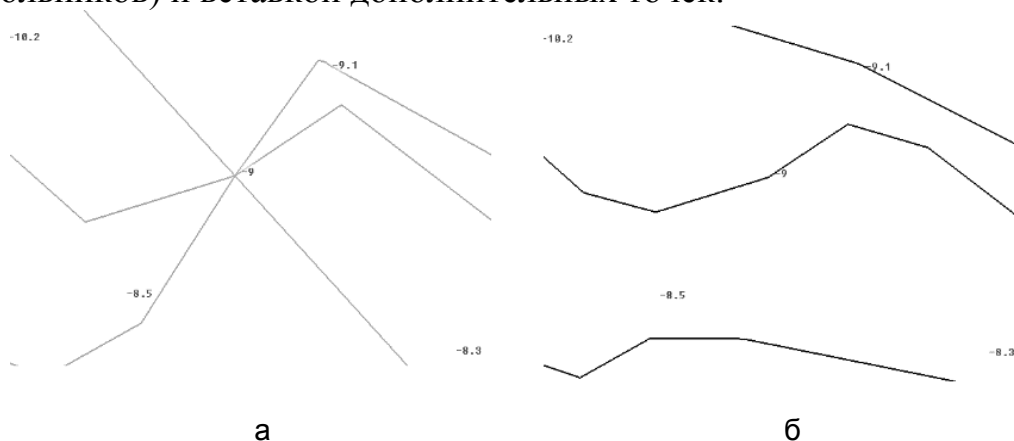


Рис. 2. Прохождение изобаты 9 через точку с уровнем 9: до обработки (а); после (б)

Не редки ситуации, когда в поле точек попадает точка с глубиной, равной глубине проводимого сечения (**Ошибка! Источник ссылки не найден.**, а), при этом возможна ситуация, когда к этой точке могут подходить изобаты с нескольких разных сторон. Для коррекции такой ситуации некоторые ребра предлагается подвергать флипу таким образом, чтобы точка принадлежала только одной линии. Флип ребра производится, если соблюден ряд условий:

1. уровень одной из точек ребра равен уровню проводимого сечения;
2. в рассматриваемом четырехугольнике обнаружены разные сечения;

3. $\frac{\max(e,t)}{\min(e,t)} < k$, где e и t – длины диагоналей четырехугольника, составленного из двух смежных ребер треугольников, k – заданный коэффициент;
4. после флипа сечение не пересечет ребро.

Результат работы этой процедуры представлен на **Ошибка!**

Источник ссылки не найден., б.

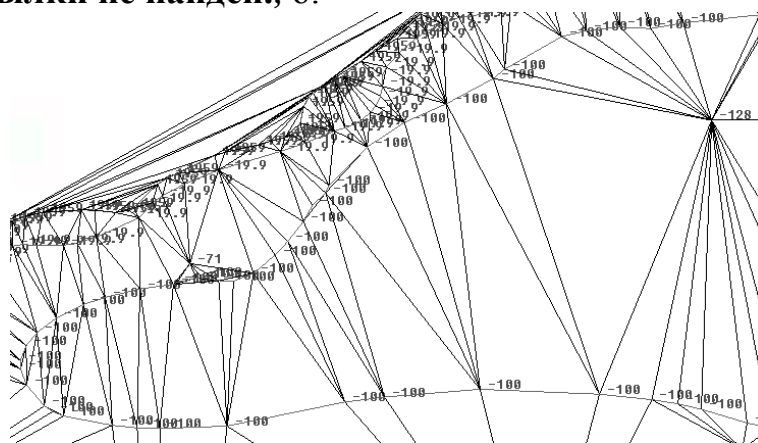


Рис. 3. Плоский участок поверхности

При построении поверхности часто возникают плоские участки (Рис. 3), которые в дальнейшем приводят к построению некорректных сечений. В предлагаемом алгоритме применяются три способа борьбы с ними:

1. флип плоских ребер в четырехугольниках, где хотя бы один треугольник не плоский;
2. построение орографических линий рельефа и вставка некоторых точек из этих линий;
3. вставка в середины некоторых плоских ребер точек, уровень в которых вычисляется с помощью сплайновой интерполяции.

Первый способ заключается в переборке всех ребер и выполнении следующей операции для каждого ребра e :

$$IsFlat(e) \wedge \overline{IsFixed(e)} \wedge (\overline{IsFlat(t_1)} \vee \overline{IsFlat(t_2)}) \wedge CanEdgeFlip(e) \rightarrow Flip(e),$$

где $IsFlat(x)$ – операция проверки ребра или треугольника x на плоскостность; $IsFixed(x)$ – операция проверки ребра x на фиксированность; t_1, t_2 – треугольники, смежные по отношению к ребру e ; $CanEdgeFlip(x)$ – операция проверки ребра x на возможность флипа; $Flip(x)$ – операция флипа ребра x .

Невозможность флипа может быть связана с не выпуклостью четырехугольника, составленного из треугольников t_1 и t_2 или с возможностью образования в результате флипа слишком узких треугольников.

Второй способ состоит из нескольких частей.

Сначала строятся сами орографические линии, начиная с треугольника, огражденного с двух сторон фиксированными линиями и

заканчивая ближайшей точкой с отличающимся уровнем. При этом строятся полилинии, проходящие через середины ребер.

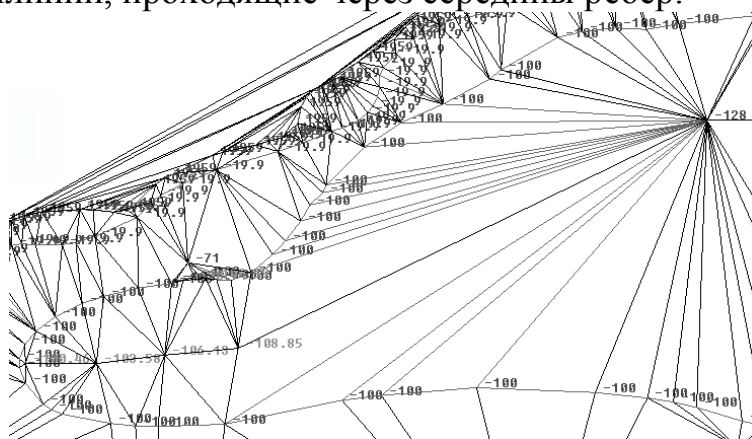


Рис. 4. Исправленный участок поверхности

Затем производится расчет высот в точках этой линии. Полилинии группируются по двум начальным точкам, после этого каждая из групп сортируется по убыванию длины. Происходит вычисление уровня для каждой точки путем линейной интерполяции между начальной и конечной точкой.

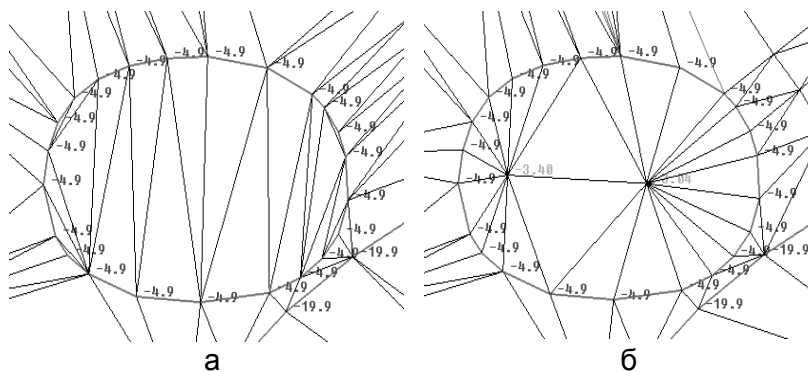


Рис. 5. Применение сплайновой интерполяции: до обработки (а); после (б)

И в последнюю очередь производится вставка точек, начиная с наиболее близкой к точке с отличающимся уровнем. Точка вставляется, поверхность перестраивается, и вставляется следующая точка, исходное ребро которой не было перестроено. Таким образом, вставляется оптимальное для создания топологически корректной поверхности количество точек.

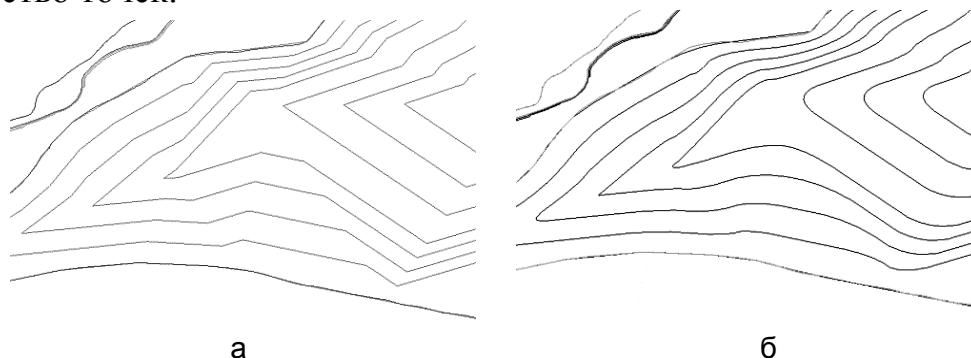


Рис. 6. Применение упрощения и сглаживания: до обработки (а); после (б)

Третий способ работает для оставшихся плоских ребер следующим образом: с учетом средне взвешенных сумм нормалей треугольников около обеих точек ребра сплайновой интерполяцией рассчитывается уровень на середине ребра.

Технология описана в [4]. Для топологически корректной поверхности метод дает корректные результаты.

3. Улучшение формы сечений с учетом заданной погрешности по глубине

Указанные модификации позволяют получать адекватные сечения поверхности, но эти сечения избыточны по количеству точек, и их форма не характерна для изобат ввиду большого количества достаточно острых углов. Для устранения этих недостатков предлагается следующее:

- упрощать сечения по алгоритму Рамера-Дугласа-Пекера;
- сглаживать сечения с использованием рациональных квадратичных кривых Безье.

Оба алгоритма работают с учетом задаваемой погрешности по уровню, что позволяет выполнять требование Правил гидрографической службы обеспечения погрешности проводимых изобат не более 0,25 от глубины заложения [5].

Выводы

Представленный алгоритм позволяет в автоматическом режиме строить недостающие на карте изобаты, либо же строить изобаты по имеющемуся нерегулярному полю точек. При этом есть возможность контролировать погрешность по уровню проводимых изобат.

Согласно результатам тестирования алгоритма, лучшие результаты достигаются при работе с топологически корректным набором исходных данных, как правило, это данные промеров глубин или карты крупных масштабов. Тем не менее, алгоритм эффективно устраняет многие топологические ошибки и разрывы поверхности, такие как стыковка зон глубин с непересекающимися диапазонами и плоские участки между изобатами.

Было выявлено, что, так как алгоритм упрощения Рамера-Дугласа-Пекера не сохраняет топологию, в некоторых случаях возможно получение самопересекающихся линий. Для исключения этого явления планируется написать алгоритм упрощения, учитывающий топологию.

Также тестированием было подтверждено, что для алгоритма не принципиален характер рельефа – подводный или наземный, таким образом он может эффективно применяться для построения изолиний.

Таким образом, предложенный алгоритм позволяет автоматизировать построение изобат на ЭНК, способствуя стыковке областей глубин на границах ЭНК с разными значениями изобат, что необходимо для построения бесшовной картографической базы данных и автоматизированного расчета маршрутов.

Литература

1. Admiralty Vector Chart Service // The United Kingdom Hydrographic Office [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ukho.gov.uk/ProductsandServices/ElectronicCharts/Pages/AVCS.aspx>, своб.
2. IHO transfer standard for digital hydrographic data, Appendix A // International Hydrographic Organization. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.iho.int/iho_pubs/standard/S-57Ed3.1/31ApAch1.pdf, своб.
3. Скворцов А.В. Триангуляция Делоне и ее применение. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2002. – 128 с.
4. Костюк Ю.Л., Фукс А.Л. Визуально гладкая аппроксимация однозначной поверхности, заданной нерегулярным набором точек // Геоинформатика-2000. Труды межд. научно-практ. конф. – 2000. – С. 41–45.
5. Мишин С.Н., Евланов И.Г., Финогеев Н.Х. Правила гидрографической службы № 5. – ГУНиО МО СССР, 1989. – 339 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ НАРУШЕНИЯ КРИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИНФОРМАЦИОННОГО АКТИВА НА ОСНОВЕ CVSS МЕТРИК УЯЗВИМОСТЕЙ

Нурдинов Р.А.

Практически любой информационной системе присущи уязвимости, под которыми понимают свойства информационной системы, обуславливающие возможность реализации угроз обрабатываемой в ней информации [1]. Различные системы оценки уязвимостей, такие как CVSS, позволяют определить опасность каждой уязвимости и провести их ранжирование. Некоторые обнаруженные уязвимости нельзя устранить при помощи патча. Возникает необходимость в определении целесообразности применения защитных мер и средств для устранения непропатченных уязвимостей. Для решения этой задачи предлагается использовать риск-ориентированный подход, который позволяет выбрать наиболее оптимальный вариант устранения обнаруженных уязвимостей.

Цель исследования – разработать метод для определения вероятности нарушения критических свойств информационного актива на основе CVSS метрик уязвимостей.

Согласно наиболее распространенному подходу, зафиксированному в стандарте ISO/IEC 27005, значение риска для объекта защиты может быть определено по формуле [2]:

$$R = \sum_{j=1}^n P_r^j \cdot I^j, \quad (1)$$

где R – значение риска; P_r^j – вероятность реализации j -й угрозы; I^j – величина ущерба от реализации j -й угрозы; n – число угроз.

В предлагаемом методе в качестве объектов защиты рассматриваются информационные активы. Процесс обеспечения информационной безопасности направлен на обеспечение критических свойств информационных активов, к которым чаще всего относят конфиденциальность, целостность и доступность. В методе для определения величины полного риска для информационного актива предлагается использовать формулу [3]:

$$R = P_c \cdot I_c + P_i \cdot I_i + P_a \cdot I_a, \quad (2)$$

где P_c , P_i , P_a – вероятности нарушения конфиденциальности, целостности и доступности информационного актива соответственно; I_c , I_i , I_a – величина ущерба, возникающего при нарушении конфиденциальности, целостности и доступности информационного актива соответственно.

Вероятности нарушения критических свойств информационного актива предлагается определять по формулам:

$$\begin{aligned} P_c &= (1 - \sum_{j=1}^m (1 - P_e^j \cdot P_c^j)), \\ P_i &= (1 - \sum_{j=1}^m (1 - P_e^j \cdot P_i^j)), \\ P_a &= (1 - \sum_{j=1}^m (1 - P_e^j \cdot P_a^j)), \end{aligned} \quad (3)$$

где P_e^j – вероятность эксплуатации j -й уязвимости.

Система CVSS включает три группы метрик: базовые, временные и контекстные [4]. Для определения вероятности эксплуатации уязвимости предлагается использовать базовые метрики возможности эксплуатации: вектор доступа (AV), сложность доступа (AC) и аутентификация (Au), а также временные метрики: возможность использования (E), уровень исправления (RL) и степень достоверности отчета (RC).

Величина ущерба рассчитывается на основании значений базовых метрик: воздействие на конфиденциальность (C), воздействие на целостность (I) и воздействие на доступность (A).

Достоинством предложенного метода является его гибкость. Во-первых, он допускает использование дополнительных метрик. Во-вторых, эксперты в области ИБ могут изменять числовые значения, соответствующие качественным значениям метрик. В-третьих, благодаря наличию различных сканеров уязвимостей, регулярно пополняемой базы уязвимостей CVE, а также инструментов для обработки данных, возможно построение автоматизированной системы оценки рисков. При этом участие пользователей в процессе оценки рисков сводится к минимуму. Такая система может успешно применяться на многих современных коммерческих предприятиях.

Литература

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 50922-2006. Защита информации. Основные термины и определения.

2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 27005-2010. Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Менеджмент риска информационной безопасности.
3. Нурдинов Р.А. Определение вероятности нарушения критических свойств информационного актива на основе CVSS метрик уязвимостей // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/117-13290>, своб.
4. Mell P., Scarfone K., Romanosky S. A Complete Guide to the Common Vulnerability Scoring System Version 2.0, 2007. – 23 с.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О ВЫПОЛНИМОСТИ БУЛЕВЫХ ФОРМУЛ НА ОСНОВЕ ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОСЦИЛЛЯТОРОВ

Аксенов В.Е., Матиясевич Ю.В.

Введение

Задача о выполнимости булевых формул является важной для теории вычислительной сложности. Задача состоит в следующем: дана булева формула записанная в конъюнктивной нормальной форме, нужно определить можно ли назначить всем переменным, встречающимся в формуле, значения ложь или истина так, чтобы формула стала истинной. На данный момент существует множество методов и реализованных алгоритмов решения данной задачи [1].

Метод, который используется в данной работе, основывается на физической модели осцилляторов. До момента исследований конкретной модели, предшественники использовали другие физические модели, такие как использование химических реактивов для выпадения осадка [2], гравитационная модель [3] и даже использование ДНК [4]. Основной метод данных работ заключается в следующем: выбирается некоторая физическая модель, определяется какие части модели будут соответствовать переменным, далее этим частям задается начальное положение, определяется состояние равновесия данной физической системы, которое при внимательном рассмотрении будет являться решением задачи о выполнимости, и система отпускается для его достижения.

Цель работы

Целью работы является исследование эффективности использования модели осцилляторов для решения задачи о выполнимости булевых формул. Ожидается, что при правильном подборе параметров алгоритма, можно добиться, что количество итераций до перехода в состояние равновесия будет меньше, чем количество итераций в самом простом методе перебора всеразличных значений векторов.

Описание предлагаемого подхода

В первую очередь сведем задачу о выполнимости булевых формул к задаче о выполнимости 3-SAT.

Далее определимся с физической системой. В данном алгоритме мы сделаем сопоставление каждой переменной своего осциллятора, а также значению лжи будет отвечать еще один осциллятор, в дальнейшем будем его называть синхронизирующим осциллятором.

Определим операцию соответствия состояния системы значениям переменных. Будем считать, что если осциллятор имеет то же направление скорости, что и синхронизирующий, то соответствующая переменная будет ложью, а иначе истиной.

Определим физические законы, которые будут действовать в данной системе. Для начала каждый осциллятор будет двигаться по обычному закону движения с параметрической накачкой. И если для какой-то скобки в 3-SAT переменные будут иметь значение ложь, то на все три осциллятора, соответствующих данным переменным, будем применять силу торможения равную скорости, умноженной на некоторую константу.

Будем моделировать данную систему по выработанным законам, пока она не придет в состояние равновесия.

Описание эксперимента

Для тестирования данного подхода был использован особый генератор булевых формул [5], которые имеют малое число удовлетворяющих векторов. Потому как на таких тестах и проверяется качество SAT-солвера. Для каждого числа переменных было сгенерировано 10 таких тестов. В ходе эксперимента алгоритм был запущен с различными значениями тормозящей константы, для нахождения лучшей.

Результаты

Результаты проведенного эксперимента подтвердили, что данный алгоритм справляется лучше, чем самый простой, но и явно не дотягивает пока до алгоритмов, которые используются непосредственно на практике для решения задачи о выполнимости. Усреднения по 10 тестам для каждой переменной показали, что при выборе лучшей константы алгоритм работает приблизительно за полтора в степени количество переменных.

Литература

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.satcompetition.org/>, своб.
2. Andread Blass, Yuri Gurevich On Matijasevitch's nontraditional approach to search problems // Information Processing Letters North-Holland. – 1989. – P. 41–45.
3. Yuri Matijasevitch. Possible nontraditional methods of establishing unsatisfiability of propositional formulas // Problems of Cybernetics. – V. 131. – P. 87–90.

4. Wenbin Liu, Lin Gao, Xiangrong Liu, Shudong Wang and Jin Xu. Solving the 3-SAT Problem Based on DNA Computing // Journal of Chemical Information and Computer Sciences. – 2003. – P. 1872–1875.
5. Peter Cheeseman and Bob Kanefsky and William M. Taylor. Where the real problems are // In Proceedings of IJCAI-91. – 1991. – P. 331–337.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ РАССЕИВАЮЩИХ ЧАСТИЦ В ОБЪЕМЕ ОПТИЧЕСКОЙ СРЕДЫ

Николаева Т.Ю., Петров Н.В.

Необходимость исследования статистики частиц, расположенных в объеме среды, возникает при решении широкого спектра задач, таких как изучение динамики потоков частиц (газодинамики двухфазных потоков, сверхзвуковых потоков, гидродинамики течений) [1], исследование деформационных полей [2], исследование частиц разной природы в задачах океанологии и биологии, исследование прозрачных сред [3]. Сейчас большое распространение получили методы обработки изображений частиц, полученных при когерентной подсветке. В зависимости от концентрации содержащихся в объеме частиц, рассеянное лазерное излучение будет формировать две различные структуры, что в свою очередь приводит к двум возможным режимам работы: обработке изображений отдельных частиц, осуществляемой с помощью PIV (particle image velocimetry) [4] или обработке спекл-картин с использованием DSP или ESP-методов (digital/electronic speckle photography) [5].

Образование спекл-структуры приводит к серьезным ограничениям: даже относительно небольшое движение частиц вне подсвечиваемой плоскости может привести к серьезному изменению спекл-структуры между экспозициями. В таком случае, исследование распределения частиц в объеме среды с помощью метода анализа единичных изображений становится затруднительным.

Целью данной работы являлось моделирование и статистический анализ взвешенных в объеме оптической среды рассеивающих частиц методами численного моделирования. Процесс распространения электромагнитного излучения через объем оптической среды был смоделирован для двух статистических распределений частиц в нем: случайное (равновероятное по сегментам) распределение и стандартное нормальное распределение, реализуемое в численной модели с помощью преобразования Бокса-Мюллера (случайные величины распределены по нормальному закону относительно оптической оси). Для расчета распространения электромагнитного поля через объем оптической среды и оптическую систему использовался метод распространения углового спектра плоских волн. Сфокусированное изображение частиц, находящихся в определенном сегменте объема, переносится в плоскость регистрации с помощью линзы. Полученное изображение частиц является результатом когерентного наложения частиц, расположенных в различных сегмента объема. В численном эксперименте,

меняя расстояние на которое производился расчет волнового поля из плоскости сегмента объема в плоскость линзы, имелась возможность получать сфокусированные изображения различных плоскостей из объема оптической среды. При этом, изображения из соседних плоскостей принимали вид расфокусированных пятен.

На рис. 1 представлены результаты моделирования сфокусированных изображений частиц с различной концентрацией N на один поперечный сегмент объема для случайного и нормального распределений частиц. Исследуемый объем среды $0,768 \times 1,536 \times 1,536$ мм в ходе численного эксперимента делился на 5 сегментов, шаг сетки $\Delta x = 6$ мкм, $\lambda = 632,8$ нм, фокусное расстояние формирующей изображение линзы $f = 29,1$ мм.

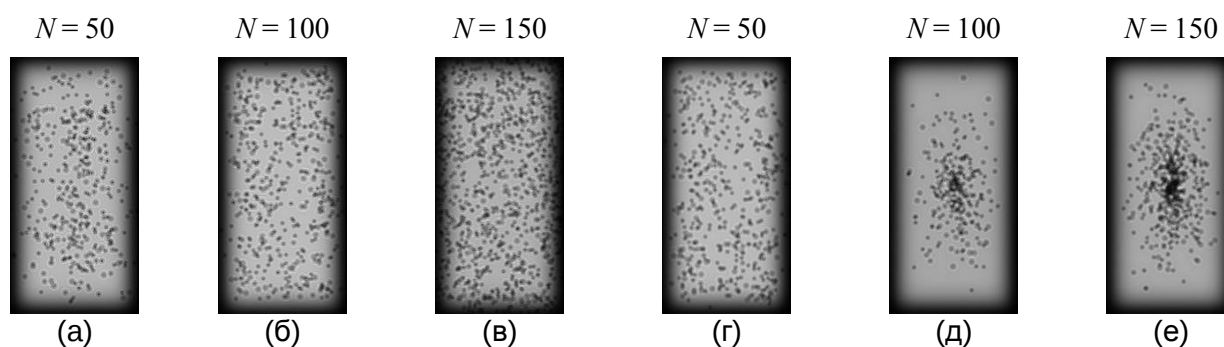


Рис. 1. Сфокусированные изображения частиц: случайное распределение (а)–(в); стандартное нормальное распределение (г)–(е)

В результате применения метода статистического учета изображений, основанного на технологии оконтуривания частиц и пороговой обработке изображений, были получены нормированные распределения плотности частиц в плоскости изображения, определяющие их флуктуации в объеме оптической среды (рис. 2). При малых плотностях частиц в объеме среды, распознавание изображений частиц, находящихся в определенном сегменте объема происходит без потерь. При увеличении количества частиц на сегмент объема, начинает проявляться эффект когерентного наложения изображений частиц из соседних плоскостей, что приводит к невозможности получения полной информации о статистике частиц в исследуемом сегменте объема.

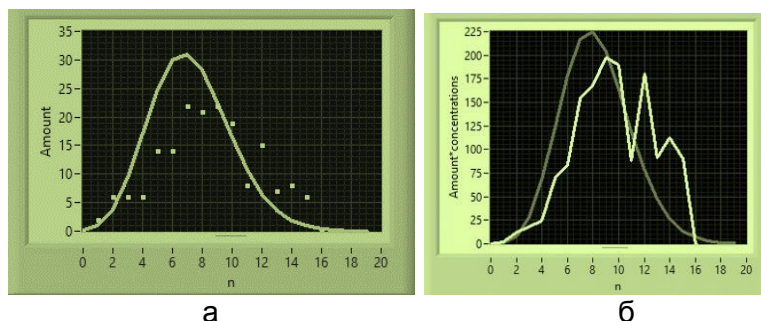


Рис. 2. Случайное распределение частиц: рассчитанные согласно пуассоновской статистике (сплошная кривая) и экспериментальные (обозначена точками) нормированные распределения плотности частиц в плоскости изображения (а); рассчитанные согласно пуассоновской статистике (серая кривая) и экспериментальные (белая кривая) нормированные распределения массовой доли частиц ($N = 150$) (б)

Н.В. Петров благодарит за поддержку министерство образования и науки РФ, проект № 2014/190 на выполнение государственных работ в сфере научной деятельности в рамках базовой части государственного задания.

Литература

1. Воронцов А.В., Михайлов В.Н., Петров Н.В., Стаселько Д.И. Измерение пространственно-временных параметров движения самосветящихся частиц в сверхзвуковом высокотемпературном потоке // Оптический журнал. – 2012. – Т. 79. – № 1. – С. 18–24.
2. Synnergren P., Goldrein H.T., Proud W.G. Application of digital speckle photography to flash X-ray studies of internal deformation fields in impact experiments // Appl. Optics. – 1999. – V. 38. – № 19. – P. 4030–4036.
3. Johansson E.-L., Benckert L., Sjö Dahl M. Phase object data obtained by pulsed TV holography and defocused laser speckle displacement // Applied Optics. – 2004. – V. 43. – P. 3235–3240.
4. Adrian R.J., Westerweel J. Particle Image Velocimetry. – Cambridge University, 2011.
5. Sjö Dahl M. Electronic speckle photography: increased accuracy by non-integral pixel shifting // Appl. Opt. – 1994. – V. 33. – P. 6667–6673.

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ НАНОАНТЕННЫ В ОПТИЧЕСКОМ ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ

Филонов Д.С., Краснок А.Е., Белов П.А., Кившарь Ю.С.

Аннотация

Мы предлагаем новый тип оптических наноантенн, состоящих из диэлектрических сфер, имеющих небольшие потери в рабочем диапазоне частот. При помещении точечного дипольного источника вблизи одной диэлектрической частицы на резонансной частоте система начинает работать как источник Гюйгенса с улучшенным коэффициентом направленности излучения. Нами было предложено использовать эту особенность в геометрии антенны типа Яги-Уда для высоко эффективных оптических наноантенн. Предложенная концепция оптических диэлектрических антенн была экспериментально проверена в микроволновом диапазоне частот.

Ключевые слова: диэлектрическая антенна, наноантенна.

Введение

Недавно появившееся направление оптических наноантенн является перспективным для применения в различных областях нанотехнологий [1]. Возможность перенаправлять распространяющееся излучение и передавать его в локализованных субволновых режимах на наноуровне делает оптические наноантенны весьма интересными для таких применений как: эффективные солнечные батареи, биологическое и химическое зондирование, квантовые системы связи, молекулярная спектроскопия, а также для повышения направленности излучения в широком частотном диапазоне. Мы предлагаем [2] новый тип оптических наноантенн, состоящих только из диэлектрических элементов, основываясь на том, что диэлектрические наноантенны могут рассматриваться в виде хорошей

альтернативы металлических аналогов. Во-первых: диэлектрические материалы обладают низкими потерями в оптическом диапазоне частот. Во-вторых, как было показано [3], наночастицы с большим значением диэлектрической проницаемости могут поддерживать электрические и магнитные резонансные моды в оптической области частот. Эта особенность позволяет значительно расширить применение оптических наноантенн, например, для обнаружения магнитных дипольных переходов молекул. В нашей работе мы изучили наночастицы из кремния. Действительная часть диэлектрической проницаемости кремния составляет около 16 [4], а мнимая в несколько раз меньше чем у благородных металлов (золота и серебра).

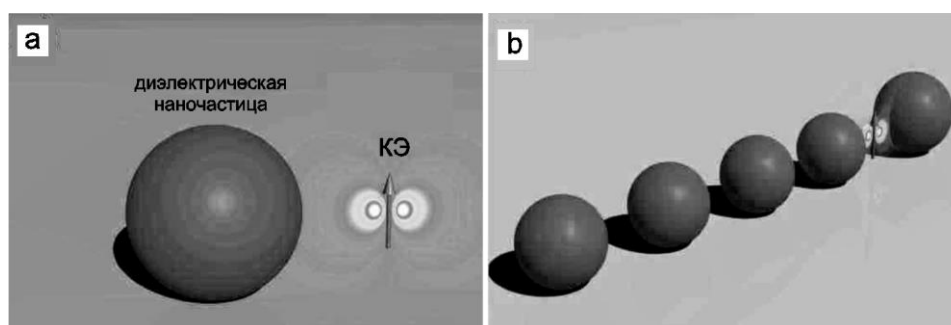


Рис. 1. Схема элемента Гюйгенса, состоящего из одной наночастицы кремния и точечного дипольного источника, находящегося на расстоянии $Gds=90$ нм от поверхности сферы (а). Радиус кремниевой наночастицы $Rd=70$ нм оптическая антенна Яги-Уда из диэлектрических сфер, состоящая из рефлектора радиусом $Rr=75$ нм и директоров радиусом $Rd=70$ нм (б)

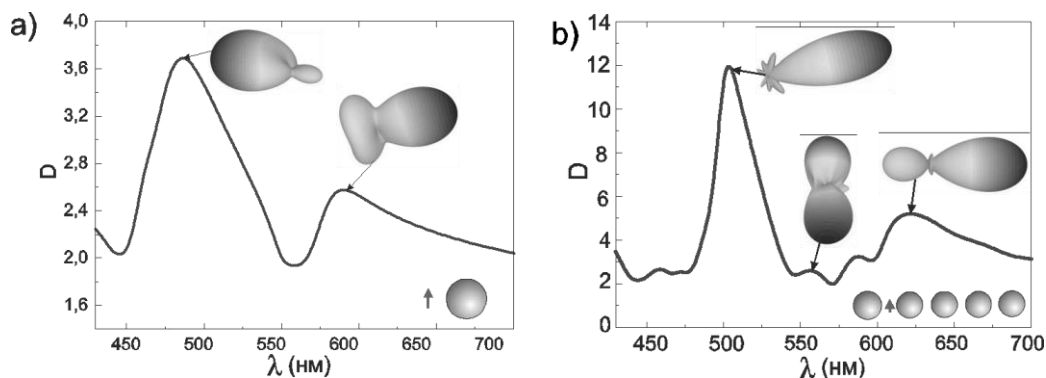


Рис. 2. Зависимость направленности излучения D от длины волны для элемента Гюйгенса (а); направленность излучения Яги-Уда наноантенны при зазоре $G=70$ нм (б)

Источник Гюйгенса и диэлектрическая наноантенна типа Яги-Уда

Указанные выше диэлектрические свойства позволяют реализовать оптический источник Гюйгенса [5], состоящий из точечного диполя, помещенного около диэлектрической наносферы. Дипольный источник (рис. 1) находится на равном расстоянии G от поверхности рефлектора и поверхностью первого директора. Расстояние между поверхностями директоров также равно G . Такая структура обладает большим коэффициентом направленности и малым обратным рассеянием для любой поляризации, что делает ее интересной для конструирования оптических наноантенн.

Вставки (рис. 2) показывают направленность излучения на соответствующих длинах волн. Зависимость коэффициента направленности излучения одной наночастицы при возбуждении электрическим дипольным источником в зависимости от длины волны электромагнитного излучения. Вставки демонстрируют объемное распределение излучения для локальных максимумов на графике.

Хорошо видно, что в случае, если система при $\lambda=590$ нм излучает в основном в прямом направлении, в при $\lambda=480$ нм излучение преимущественно в обратном направлении.

При добавлении нескольких кремниевых частиц к одной наночастице можно повысить общую производительность наноантенны. Далее мы рассмотрим диэлектрический аналог антенны Яги-Уда, состоящей из четырех директоров и одного рефлектора (рис. 1, б). Радиусы директоров и рефлектора были выбраны таким образом, чтобы добиться максимально направленной интерференции вдоль директоров (в прямом направлении). На рис. 2, б мы демонстрируем коэффициент направленности диэлектрической наноантенны Яги-Уда в зависимости от длины волны; расстояние $G=70$ нм. Сильный максимум достигается при $\lambda = 500$ нм. При этом ширина главного лепестка получается порядка 40° , обратным рассеянием можно пренебречь из-за сравнительно малого размера, как видно из соответствующего вкладыша.

Экспериментальная проверка диэлектрической наноантенны

Мы масштабировали диэлектрическую наноантенну и провели первое экспериментальное подтверждение ее работы.

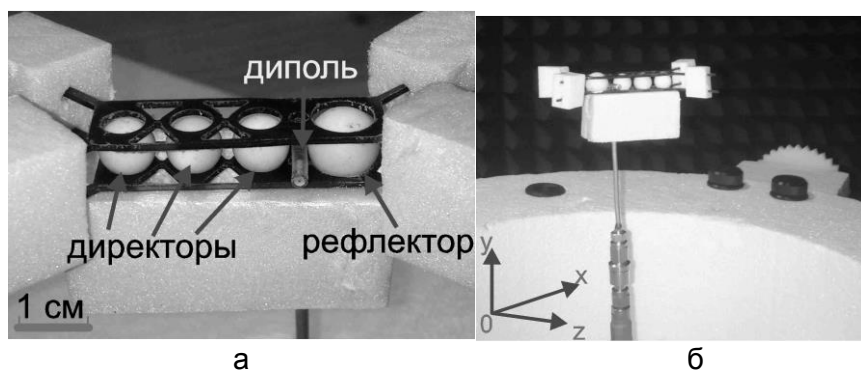


Рис. 3. Фотография микроволновой диэлектрической Яги-Уда антенны: детальный вид антенны, закрепленной в держателе (а); антенна находится в безэховой камере, ось Z направлена вдоль оси вибратора, ось X направлена вдоль оси антенны (б)

Для проведения эксперимента в микроволновом частотном диапазоне в качестве диэлектрических сфер мы использовали MgO-TiO_2 керамику с диэлектрической проницаемостью $\epsilon=16$ и низкими потерями $(1,12-1,17) \cdot 10^{-4}$ в частотном диапазоне 9–12 ГГц. В качестве источника мы использовали полуволновой вибратор. Мы экспериментально изучили интенсивность и коэффициент направленности излучения антенны.

Диаграммы коэффициента направленности антенны были измерены в дальней зоне (на расстоянии ≈ 3 м, $\approx 100\lambda$) в безэховой камере при помощи

широкополосной рупорной антенны и азимутальноповоротного стола. Измеренные диаграммы направленности в E - и H -плоскостях на частоте 10,7 ГГц представлены на рис. 4.

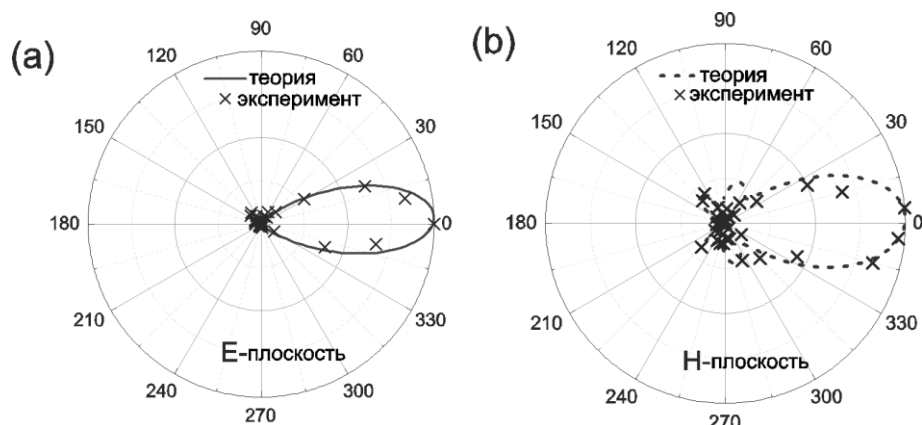


Рис. 4. Диаграмма направленности антенны (а) E -плоскости и H -плоскости на частоте 10,7 ГГц. Сплошные линии показывают результаты численного моделирования в CST; крестиками обозначены экспериментальные точки. Измеренные характеристики хорошо согласуются с результатами численных расчетов

Заключение

В данной работе предложена и экспериментально подтверждена концепция оптических наноантенн из диэлектрических наночастиц. Было показано, что макроскопические наночастицы кремния могут проявлять большой коэффициент направленности направленность излучения. Так же при возбуждении электрического дипольного источника в магнитном резонансе его диаграмма направленности похожа на элемент Гюйгенса. По-видимому, элемент Гюйгенса является самым компактным вариантом наноантенн. Мы экспериментально показали, что СВЧ-антенна, состоящая из сфер с большой диэлектрической проницаемостью, обеспечивает диаграммы направленности около 40° , как и показал численный расчет. Все это может позволить создать новое поколение оптических наноантенн.

Литература

1. Lukas Novotny and Niek van Hulst. Antennas for light // Nat. Photon. – 2011. – V. 5. – P. 83.
2. Krasnok A.E., Miroshnichenko A.E., Belov P.A. and Kivshar Yu.S. Huygens Optical Elements and Yagi Uda Nanoantennas Based on Dielectric Nanoparticles // JETP Letters. – 2011. – V. 94. – P. 593.
3. Evlyukhin A.B., Reinhardt C., Seidel A., Lukyanchuk B.S. and Chichkov B.N. Optical response features of Si-nanoparticle arrays // Phys. Rev. B. – 2010. – V. 82. – P. 045404.
4. Palik E. Handbook of Optical Constant of Solids. – San Diego: Academic, 1985.
5. Balanis C. Antenna theory: analysis and design. – New York; Brisbane: J. Wiley, 1982.

ОБУЧЕНИЕ ПЕРСОНАЛА КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ОРГАНИЗАЦИИ

Цымжитов Г.Б., Железняков А.С.

В настоящее время необходимость обучения персонала в организации остается важным аспектом в обеспечении информационной безопасности. В ходе работы был сделан курс лекции для сотрудников, где первоначальными сведениями является объяснения трех концептуальных угроз безопасности данных: нарушение целостности, доступности и конфиденциальности информации.

Согласно, отчету компании КРОК за 2013 год: 37% проблем с данными являются результатом запланированных атак, 29% случаев – сбои систем, а 33% сыграл человеческий фактор.

Опираясь на опыт ведущих компании и специалистов в ИБ, были сделаны необходимые мероприятия в области программно-аппаратной, организационной, морально-этической защиты информации.

1. Необходимые настройки межсетевых экранов, прокси-серверов, систем журналирования межсетевого взаимодействия.

1.1. Установка и настройка систем мониторинга за критическими ресурсами, систем обнаружений вторжений.

2. Настройки политик доступа к данным, политик безопасности на оконечных системах.

2.1. Установка антивирусных систем, служб обновлений ПО, межсетевых экранов и систем предотвращения вторжений.

3. Организация политик резервного копирования и их репликация на внешние площадки, предварительно зашифровав сведения.

3.1. Оптимизация и улучшение систем кондиционирования, энергосистемах.

4. Написание политик безопасности, инструкции, определение информационных рисков.

5. Обучение о неразглашение сведений, составляющих конфиденциальную информацию.

6. Определение зон контроля.

Учитывая положения концепции информационной безопасности предприятия в курсе обучения персонала рассмотрены следующие принципы:

Принцип реализации единой организационно-технической политики в вопросах обучения персонала предусматривает разработку отделом информационной безопасности правил эксплуатации информационных систем и ее систем защиты, где определены полномочия пользователей по доступу к информации, порядок работы в корпоративной сети и взаимодействие с внешними сетями при передаче информации, использования антивирусных программ и штатных средств защиты.

Принцип постоянного контроля нарушений в работе программно-технических средств ИС, обслуживающего персонала и пользователей обеспечивается путем непрерывного аудита всех элементов информационных систем организации.

Принцип непрерывности и полноты охвата системой обучения всех категорий обслуживающего персонала и пользователей подразумевает такую организацию обучения, при которой каждый работник, использующий средства информационной системы, обладает необходимыми знаниями в вопросах защиты информации, соответствующими актуальным требованиям. Этот принцип требует регулярного внесения определенных уточнений в действующие программы подготовки штатных специалистов, обслуживающих информационную и ее систему защиты, а также пользователей.

Принцип централизованного управления системой обучения предполагает, что разработка программ обучения персонала по тематике ИБ, планирование обучения различных категорий персонала и контроль выполнения планов осуществляются органом ЗИ.

Принцип разумного сочетания различных форм обучения персонала предприятия имеет целью сокращение времени доведения учебного материала или иной информации по обеспечению информационной безопасности до сотрудников, тренировку их практических навыков, разборы допущенных в ходе работы нарушений, как самим работником, так и другими, в том числе в других отделах.

На основе этих принципов отделом информационной безопасности, отвечающим на предприятии за безопасность ИС, решаются следующие основные задачи.

1. Организация непрерывного сбора информации о нарушениях информационной безопасности в ИС предприятия, в том числе за счет реализации внешних и внутренних угроз, анализ причин их появления.

2. Выработка совместно со специалистами подразделения по информационным технологиям мер по устранению или временной локализации причин выявленных нарушений информационной безопасности, внедрение их во все элементы ИС, в которых такие нарушения могут проявиться в дальнейшем.

3. Формирование дополнительных требований к уровню и объему знаний по организации защиты информации для каждой категории работников предприятия в дополнение к общепринятым по данной специализации и разработка рекомендаций по их внедрению:

3.1. Умение разграничивать сведения, относящиеся к конфиденциальной, при общении в социальных сетях

3.2. Строго выполнять должностные инструкции, инструкции по работе в ЛВС Организации

3.3. Использовать обозреватели сети Интернет с установленными плагинами (AdBlock, NoScript) по блокированию нежелательной рекламы,

скриптов, баннеров.

3.4. Оповещение специалистов информационных технологий в случае отказа архивирования информации с рабочих ПК на файловые сервера сервера.

Актуальность работы подтверждается тенденцией к борьбе с действиями злоумышленников в области информационных технологий. В связи с чем возникает необходимость непрерывного обучения и тестирования знаний персонала для обеспечения информационной безопасности предприятия.

СОПОСТАВЛЕНИЕ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ЗАЩИЩЕННОСТИ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ ТРЕБОВАНИЯМ БЕЗОПАСНОСТИ ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408 Старков А.А.

Введение и постановка проблемы

Возросшие технические возможности по сбору и обработке персональной информации, развитие средств электронной коммерции и социальных сетей делают необходимым принятие мер по защите персональных данных. Наряду с задачей построения информационной системы персональных данных возникает необходимость документального подтверждения того, что данная система отвечает предъявляемым к ней требованиям безопасности. Именно в этот момент возникает вопрос сертификации информационной системы в соответствии с необходимым классом защищенности. Процедуру сертификации информационных систем персональных данных можно упростить благодаря созданию семейства профилей защиты для данных систем.

Цель работы

Целью работы является выделение группы критериев, на основе которых будет производиться оценка безопасности персональных данных и соотнесение этих критериев с функциональными требованиями безопасности.

Результаты исследования

Результатом исследования является метод построения семейства профилей защиты для информационных систем персональных данных, основанный на действующем законодательстве Российской Федерации в области защиты персональных данных.

ПОРЯДОК ПОСТРОЕНИЯ ПРЕФИКСНОГО ДЕРЕВА В СИСТЕМЕ БЕСХЕШЕВОЙ ДЕДУПЛИКАЦИИ

Жуков М.А., Афанасьев Д.Б.

Дедупликация – это технология позволяющая сократить избыточность в наборе данных путем замены повторяющихся данных ссылками на уже существующие. В отличие от развитого хешевого подхода реализации данной технологии, основанного на первичной верификации блока по значению его хеш-суммы, в предложенном подходе бесхешевой дедупликации [1] лежит использование структуры данных префиксного дерева [2], хранящей префикс блока до последнего расхождения с подозреваемым в идентичности существующим блоком в хранилище. Очевидно, что объем метаданных напрямую зависит как от семантики исходных данных, так и от выбора разрядов в блоках при построении дерева.

Исходя из предположения о неравномерном распределении значений по разрядам блоков, было проанализировано несколько наборов данных на предмет распределение значений по определенным позициям в блоках данных. Полученные результаты показывают неэффективность выбора определенных позиций, ввиду существенного преобладания определенных групп значений на каждом из наборов данных, что объясняется семантикой и структурой самих данных на более высоких уровнях.

Целью работы является проработка процесса построения префиксного дерева, на основе распределения значений блоков данных. Порядок позиций определяется на основе коэффициента вариации, вычисленного предварительно для каждой позиции блока [3]. Данный критерий показывает изменчивость относительно средней величины выборки.

Результаты исследования позволяют оптимизировать потребляемый объем занимаемый метаданными оперативной памяти в процессе бесхешевой дедупликации данных.

Литература

1. Жуков М.А., Афанасьев Д.Б. Верификация блоков данных в системе бесхешевой дедупликации // Сб. тезисов докладов II конгресса молодых ученых. – 2013. – Вып. 1. – С. 78.
2. Ахо А.В., Хопкрофт Д.Э., Ульман Д.Д. Структуры данных и алгоритмы. – М.: Вильямс, 2007. – 384 с.
3. Жуков М.А., Афанасьев Д.Б. Алгоритм синтеза последовательности обхода разрядов блоков данных в системе безхешевой дедупликации // Сб. тезисов докладов III конгресса молодых ученых. – 2014. – Вып. 1. – С. 110.

РАЗРАБОТКА ФЛУОРЕСЦЕНТНОГО ОСВЕТИТЕЛЯ**Абрамов Д.А., Варламова Л.Л., Богомолова Л.Е.**

(Университет ИТМО; ОАО «ЛОМО»)

Краткое введение. Использование флуоресцентной эндоскопии имеет все большую популярность. По этой тематике опубликованы многочисленные работы. Приведено описание образца прибора, а также принципиальная схема его работы и устройства, результаты применения этого прибора. Рассматривается прибор для исследования органов желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) [1, 2].

Цель работы. Создать флуоресцентный осветитель для видеоэндоскопического комплекса для ЖКТ.

Базовые положения исследования. Флуоресцентные видеоэндоскопы находятся в эксплуатации и исполняют важную роль в медицине. К сожалению, основными производителя этих приборов являются Япония и Германия.

С помощью флуоресцентной эндоскопии в рассматриваемой работе [3] обнаружено 85% раковых и предраковых участков, в то время как обычная эндоскопия дала только 25% правильных ответов.

Под флуоресценцией понимают – нетепловое свечение вещества, происходящее после поглощения им энергии возбуждения.

Создание флуоресцентного осветителя – на базе ксенонового осветителя.

Рассмотрим этапы проектирования осветительного блока:

1. Осветитель по сравнению с серийным (не флуоресцентным) должен быть дополнительно оборудован источником излучения с длиной волны $\lambda=405$ нм и мощностью, достаточной для возбуждения света флуоресценции регистрируемой ПЗС – матрицей видеоэндоскопа.
2. Для осветителя должно быть разработано устройство, обеспечивающее возможность как раздельного использования белого и монохроматического освещения, так и их совмещения. Данное устройство должно иметь минимальные потери в диапазоне 400–700 нм и минимальное пропускание в диапазоне ИК- и УФ-излучений.
3. Для уменьшения потерь лазерного излучения рассчитать фокусирующую систему для согласования световых диаметров лазерного пучка $\varnothing 6$ мм и волоконно-осветительного жгута (коллектора) $\varnothing 3-2,4$ мм.

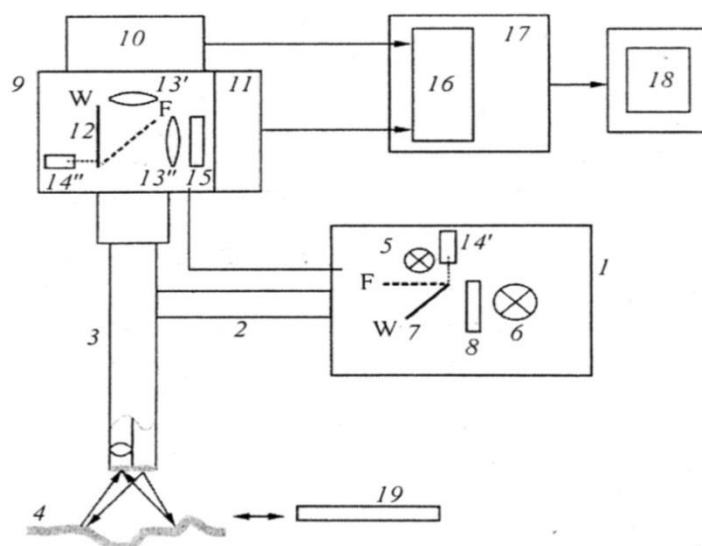


Рис. 1. Принципиальная схема видеоэндоскопической системы: 1 – комбинированный осветитель; 2 – осветительный жгут; 3 – эндоскоп; 4 – объект; 5 – лампа ксеноновая; 6 – лампа для возбуждения флуоресценции; 7 – светоделительная пластина; 8 – возбуждающий светофильтр; 9 – видео процессор; 17 – компьютер; 18 – монитор; 19 – образец сравнения

Основная задача была в установке запирающего фильтра и светоделительной пластинки.

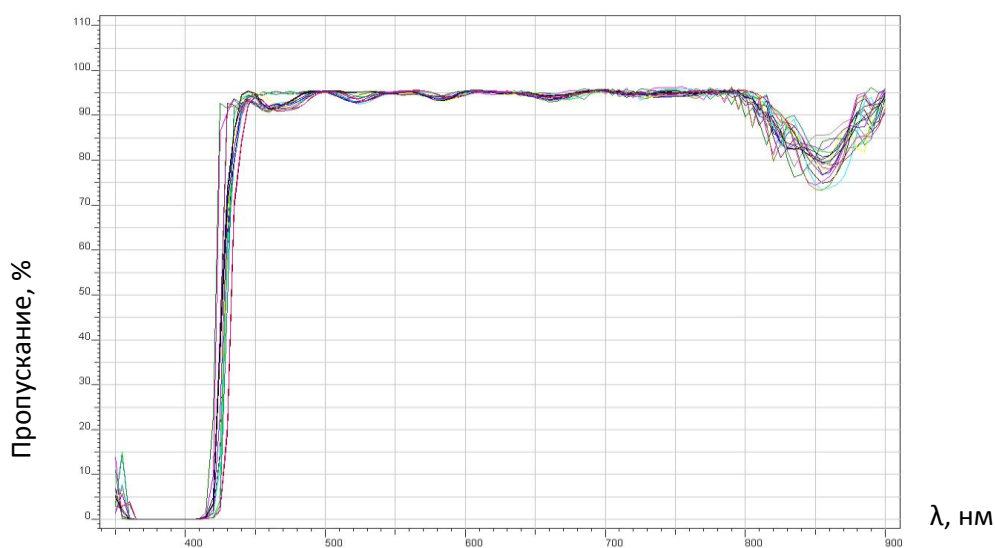


Рис. 2. Спектральная характеристика запирающего светофильтра

После проведенного анализа полученных результатов в диапазоне пропускания 410–700 нм имеют следующие значения пропускания: $\tau_{\lambda \leq 410 \text{ нм}} \leq 0,05\%$, $\tau_{\lambda=430 \text{ нм}} \geq 50\%$, $\tau_{\lambda=500-600 \text{ нм}} \geq 95\%$, $\tau_{\lambda=600-700 \text{ нм}} \geq 98\%$. Данный светофильтр был изготовлен на основе кварцевого стекла толщиной 0,17 мм.

Полученный светофильтр обеспечивает возможность использования излучения в нужном для возбуждения флуоресценции спектральном диапазоне с повышенным контрастом изображения, а также позволяют максимально унифицировать конструкцию с серийными видеоэндоскопами при макетировании и дальнейшем проектировании видеокомплекса.

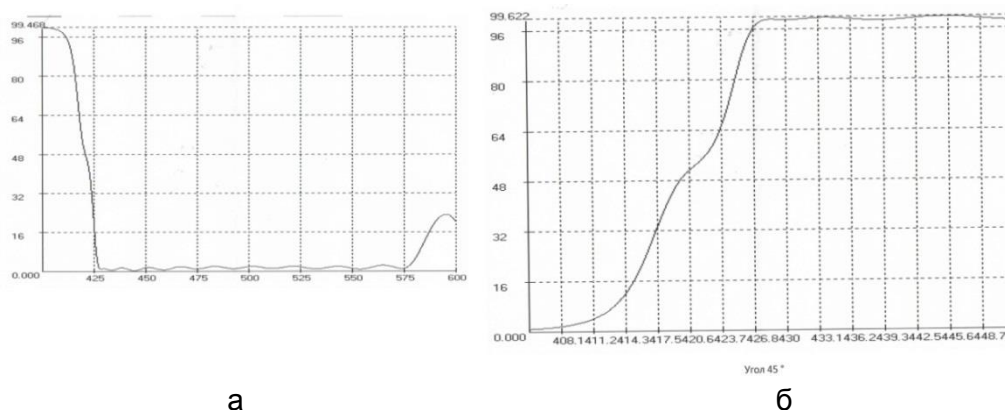


Рис. 3. Спектральные характеристики светоделительной пластины: отражение (а); пропускание (б)

В настоящее время проводится анализ спектральных характеристик светоделительной пластины и ее изготовление.

Результаты. Разработана конструкция флуоресцентного осветителя. В дальнейшем будет производиться выпуск необходимой документации для изготовления и проведения исследований макета.

Литература

1. Лисовский В.А, Щедрунов В.В., Барский И.Я. и др. Люминесцентный анализ в гастроэнтерологии. – Л.: Наука, 1984. – 234 с.
2. Zeng H., a. Weiss et al. Real-time endoscopic fluorescence imaging for early cancer detection in the gastrointestinal tract // Bioimaging. – 1998. – V. 6. – P. 151–165.
3. Mayinger B., Neidhardt S. Fluorescence induced with 5-aminolevulinic acid for the endoscopic detection and follow-up esophageal lesions // Gastrointest. Endosc. – 2001. – V. 54. – № 5. – P. 572–578.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Бойчук А.С.

В современном мире сеть Интернет играет большую роль в жизни человека. Одной из основных областей использования сети Интернет большинством современных пользователей является сфера общения. Прогресс методик проектирования систем последних десятилетий привел к появлению социальных сетей.

Основные цели данного исследования: рассмотреть проблематику защиты информации о пользователях в социальных сетях, установить уровень защищенности пользовательской информации, а также определить перечень необходимых мер по защите данных. Для достижения целей исследования, автор рассмотрел правила защиты информации о пользователях ведущих социальных сетей, оценил эффективность

производимых мер по защите информации о пользователях, проанализировал механизмы обработки персональных данных в социальных сетях, а так же сформулировал основные выводы о текущем положении дел и перспективах развития этой тематики.

В настоящее время вопрос обеспечения должного уровня защищенности пользовательской информации в социальных сетях является весьма актуальным. Это связано с тем, что число взломанных профилей непрерывно растет, а цели злоумышленников приобретают масштабный и криминальный характер. Проблема защиты информации решается уже давно, для этого предпринимаются определенные меры, издаются и публикуются различные документы, составляются перечни правил, но на данный момент из имеющейся статистики по количеству атак профилей пользователей можно сделать однозначный вывод о том, что этих мер недостаточно.

Данные о пользователях неизбежно подвергаются обработке. К действиям над персональными данными относятся: сбор, хранение, использование, передача, уничтожение. Разработчики социальных сетей принимают технические и организационно-правовые меры в целях обеспечения защиты персональных данных пользователя от неправомерного или случайного доступа к ним, уничтожения, изменения, блокирования, копирования, распространения, а также от иных неправомерных действий. Персональные данные пользователей хранятся исключительно на электронных носителях и обрабатываются с использованием автоматизированных систем, за исключением случаев, когда неавтоматизированная обработка персональных данных необходима в связи с исполнением требований законодательства. Помимо технических и организационных мер, большое внимание уделяется вопросу по защите пользовательской информации на законодательном уровне. В ходе выполнения работы были проанализированы Правила защиты информации о Пользователях, перечислены существующие уязвимости и риски, даны рекомендации пользователям по защите персональных данных.

Как показало исследование, именно пользователь несет ответственность за сохранность своих персональных данных, подвергая их разглашению на личной странице в социальной сети. Но на данный момент времени, пользователи не понимают и не оценивают адекватно всех рисков, связанных с размещением личной информации в социальных сетях.

В заключение, можно сделать вывод, что тема защиты информации о пользователях в социальных сетях будет оставаться актуальной как минимум на ближайшие годы. Уровень защищенности пользовательской информации пока не соответствует должному уровню, обеспечивающему безопасность личности, общества, государства. Проблемы по защите информации в данной сфере до сих пор окончательно не решены и могут решиться только в результате комплексного подхода, включающего в себя совместную работу разработчиков социальной сети, пользователей и правительства.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДА ВЫБОРА ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ КРИТЕРИЕВ И МЕТОДА СПУСКА СО СЛУЧАЙНЫМИ МУТАЦИЯМИ

Буздalова А.С., Буздalов М.В.

Введение

Известны задачи оптимизации, в которых помимо целевого критерия существуют вспомогательные [1, 2]. Использование этих критериев может позволить повысить эффективность алгоритма оптимизации. Один из важных классов алгоритмов оптимизации составляют эволюционные алгоритмы. Ранее авторами был предложен метод $EA+RL$, основанный на применении обучения с подкреплением [3]. Этот метод позволяет выбирать критерий оптимизации в процессе работы эволюционного алгоритма таким образом, чтобы уменьшить число итераций, необходимое для достижения оптимального значения целевого критерия.

В методе $EA+RL$ агент обучения на каждой итерации эволюционного алгоритма выбирает критерий оптимизации из списка, состоящего из вспомогательных критериев и целевого. Выбранный критерий используется при формировании очередного поколения эволюционного алгоритма. Затем формируется некоторое представление состояния эволюционного алгоритма, а также награда, зависящая от роста целевого критерия. Выбирается критерий, максимизирующий оценку ожидаемой награды. В случае, когда оценка одинакова, критерии выбираются равновероятно.

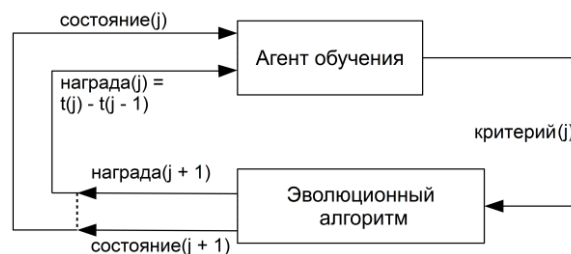


Рис. 1. Метод выбора критериев $EA+RL$; t – целевой критерий; j – номер итерации

Эффективность метода $EA+RL$ была подтверждена экспериментально на примере практической задачи генерации тестов [4]. Цель данной работы – показать теоретически, что применение метода $EA+RL$ может повысить эффективность оптимизации целевого критерия.

Постановка модельной задачи

Опишем модельную задачу $XdivK$ с одним вспомогательным критерием. Пространство поиска – битовые строки длины n . Пусть x – число единиц в битовой строке. Требуется максимизировать целевой критерий: $t = \left\lfloor \frac{x}{k} \right\rfloor$, где k – целочисленный параметр, $n \bmod k = 0$. В качестве вспомогательного критерия будем использовать значение x .

Далее на примере описанной модельной задачи будет сравнено время работы метода $EA+RL$ и эволюционного алгоритма, не использующего

вспомогательный критерий. Требуется показать, что метод $EA+RL$ позволит использовать преимущества вспомогательного критерия и найти оптимальное значение целевого критерия за меньшее число итераций. В качестве эволюционного алгоритма будем рассматривать метод спуска со случайными мутациями. В качестве обучения с подкреплением используется алгоритм Q -обучения [5].

Анализ времени работы метода $EA+RL$ и метода спуска со случайными мутациями

Представим процесс оптимизации как цепь Маркова (рис. 2). Общий вид цепи одинаков как для метода $EA+RL$, так и для метода спуска со случайными мутациями. Вершины цепи соответствуют числу единиц в строке. Цветом выделены вершины, в которых x нацело делится на k . Заметим, что из этих вершин отсутствуют переходы в вершины с меньшим значением x , так как эволюционный алгоритм выбирает строки с большим или равным значением текущего критерия.

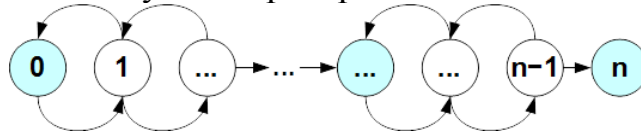


Рис. 2. Процесс оптимизации в виде цепи Маркова

Рассмотрим число итераций, необходимое для перехода из вершины x в вершину $x+1$. Пусть $Z_E(x)$ – математическое ожидание числа итераций метода спуска, $Z_R(x)$ – математическое ожидание числа итераций метода $EA+RL$. На рис. 3 для метода спуска и метода $EA+RL$ рядом с каждым переходом цепи Маркова подписаны выбранный критерий, мутация и вероятность соответствующего перехода.

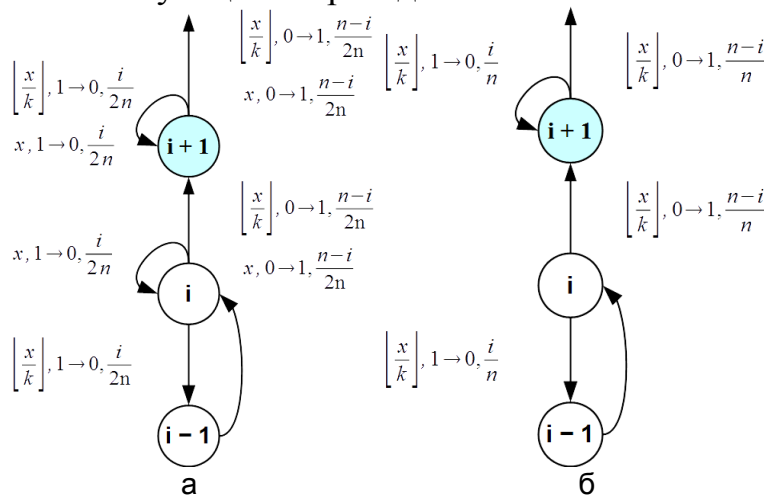


Рис. 3. Вероятности переходов в методе спуска (а) и в методе $EA+RL$ (б)

Оценим вероятности переходов в случае использования метода спуска (рис. 3, а). Для состояний, в которых x делится нацело на k ($x \bmod k = 0$), выполняется соотношение:

$$Z_E(x) = \frac{n-x}{n} + \frac{x}{n}(1 + Z_E(x)) = \frac{n}{n-x},$$

в то время как для остальных состояний выполняется:

$$Z_E(x) = \frac{n-x}{n} + \frac{x}{n}(1 + Z_E(x-1) + Z_E(x)) = \frac{n}{n-x} + Z_E(x-1) \frac{x}{n-x}.$$

Рассмотрим теперь вероятности переходов в случае использования метода $EA+RL$, выбирающего на каждой итерации вспомогательный или целевой критерий и передающий этот критерий в метод спуска со случайными мутациями (рис. 3, б). В этом случае вероятность перехода в состояние с меньшим числом единиц ниже, так как при выборе вспомогательного критерия переход в строку с меньшим числом единиц осуществляться не будет.

Для состояний, в которых x делится нацело на k ($x \bmod k = 0$), выполняется соотношение:

$$Z_R(x) = \frac{n-x}{n} + \frac{x}{n}(1 + Z_R(x)) = \frac{n}{n-x},$$

для остальных состояний выполняется:

$$Z_R(x) = \frac{n-x}{n} + \frac{x}{2n}(1 + Z_R(x)) + \frac{x}{2n}(1 + Z_R(x-1) + Z_R(x)), \quad Z_R(x) = \frac{n}{n-x} + Z_R(x-1) \frac{x}{2(n-x)}.$$

Приведенные выражения представляются как:

$$Z_E(x) = \sum_{i=0}^{x \bmod k} \frac{\binom{n}{x-i}}{\binom{n-1}{x}}, \quad Z_R(x) = \sum_{i=0}^{x \bmod k} 2^{-i} \frac{\binom{n}{x-i}}{\binom{n-1}{x}},$$

что можно доказать по индукции.

Для вычисления общего числа итераций, необходимого для достижения максимального значения целевого критерия, следует просуммировать полученные выражения вдоль рассмотренной цепи Маркова: $T_E(x) = \sum_{x=0}^{n-1} Z_E(x)$ и $T_R(x) = \sum_{x=0}^{n-1} Z_R(x)$. Можно показать, что $T_E(n, k) = T_R(n, k) = \Omega(n^k) = O(n^{k+1})$, где k – константа. Также можно показать, что если $n \rightarrow \infty$ при фиксированном k , то $\frac{T_E(n, k)}{T_R(n, k)} \geq 2^{k-2}(1 - o(1))$. Последнее выражение означает, что метод $EA+RL$ позволяет решить модельную задачу $XdivK$ не менее, чем в 2^{k-2} раза быстрее, чем метод спуска со случайными мутациями.

Заключение

Проведен сравнительный анализ времени работы метода выбора вспомогательных критериев оптимизации $EA+RL$ и метода спуска со случайными мутациями. Показано, что метод $EA+RL$ позволяет решить рассмотренную модельную задачу экспоненциально быстрее в зависимости от параметра задачи.

Литература

1. Jensen M.T. Helper-objectives: Using multi-objective evolutionary algorithms for single-objective optimization // J. Math. Model. Algorithms. – 2004. – V. 3(4). – P. 323–347.
2. Segura C., Coello C.A.C., Miranda G., Le'on C. Using multi-objective evolutionary algorithms for single-objective optimization // 4OR. – 2013. – V. 11(3). – P. 201–228.

3. Buzdalova A., Buzdalov M. Increasing Efficiency of Evolutionary Algorithms by Choosing between Auxiliary Fitness Functions with Reinforcement Learning // Proceedings of the Eleventh International Conference on Machine Learning and Applications, ICMLA 2012. – Boca Raton: IEEE Computer Society. – 2012. – V. 1. – P. 150–155.
4. Буздалов М.В. Генерация тестов для олимпиадных задач по программированию с использованием генетических алгоритмов // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО. – 2011. – № 2(72). – С. 72–77.
5. Николенко С.И., Тулупьев А.Л. Самообучающиеся системы. – М.: МЦНМО, 2009. – 288 с.

ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ МЕЖДУ АВТОМОБИЛЯМИ ДЛЯ ТРАНСПОРТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В DSRC СИСТЕМЕ

Кнышев А.И., Елисеева В.В., Колесников А.В., Широков Р.А.

Метрики качества обслуживания передачи информации между автомобилями для обеспечения безопасности в системе DSRC

Для оценки качества обслуживания передачи информации в системе DSRC, мы используем две метрики:

1. Вероятность неудачи $VH(L, t)$ – вероятность неуспешной передачи информации в одной автомобильной сети, для расстояния между двумя автомобилями L и полезного времени информации t .
2. Из-за того, что в канале не только передается информация для безопасности автомобиля, необходимо узнать, сколько средств занимает информация для безопасности автомобиля в одном канале.

Поэтому мы используем ниже следующее определение:

занятое время канала:

$$ЗВК = \frac{T_B}{T},$$

где T_B – время передачи информации для безопасности автомобиля; T – все работающее время канала.

Идеально мы хотим, чтобы $VH(L, t)$ и $ЗВК$ эти две метрики были, чем меньше, тем лучше.

Дизайны протокола

Протокол имеет два способа уменьшить вероятность неудачи (VH): повторение передачи и зондирование носителя. Зондирование носителя уже было включено в 802.11 MAC. Наш протокол, который называется уровень расширения MAC, является одним наложением на MAC.

Наш протокол лежит между уровнем LLC (Logical Link Control) и стандартным уровнем MAC. Функция нашего протокола является генерированием и удалением повторения информации. На рис. 1. показывается уровень расширения MAC.

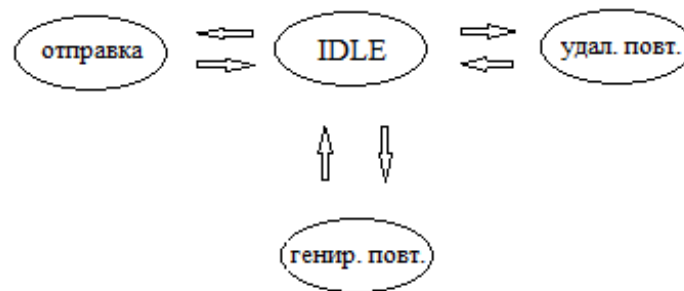


Рис. 1. Уровень расширения MAC

Когда получают информацию с LLC, система расширения MAC перемещается из IDLE состояния в состояние генерирования повторения. В таком состоянии система генерирует ряд пакетов, каждый из которых является повторением данной информации. После того, как этот ряд был сформирован, система перемещается обратно в состояние IDLE. Если один пакет будет просрочен, система переместится в состояние отправки, отправит данный пакет вниз в MAC уровень и потом вернется в состояние IDLE. Если уровень расширения MAC получит один пакет с MAC уровнем, система переместится в состояние удаления повторения. Если информация в данном пакете раньше не была просмотрена, тогда эта информация будет передаваться вверх в LLC уровень. Если информация была просмотрена, тогда пакет будет удален.

В каждом отправителе протокол делит полезное время для передачи информации на N слотов. Здесь $N = t/t_{\text{передача}}$, t – полезное время для передачи данной информации, $t_{\text{передача}}$ – время однократной успешной передачи данной информации. На базе этого, мы спроектировали следующие 6 протоколов. Их можно классифицировать на две группы: синхронные и асинхронные. Синхронные протоколы означают во всех узлах часа единственные, а асинхронные – не единственные.

1. Асинхронное постоянное повторение (АПП).
2. Здесь количество повторения k постоянно, т.е. в N слотов информация повторяется k раз.
3. Асинхронное вероятное повторение (АВП).
4. Здесь в каждом слоте информация повторяется с постоянной вероятностью p .
5. Синхронное постоянное повторение (СПП).
6. Синхронное вероятное повторение (СВП).
7. Асинхронное постоянное повторение с зондированием носителя (АПП-ЗН).

В АПП-ЗН информация повторяется также как в АПП. Но в MAC уровне есть разница. На рис. 2 показан MAC уровень АПП-ЗН протокола.

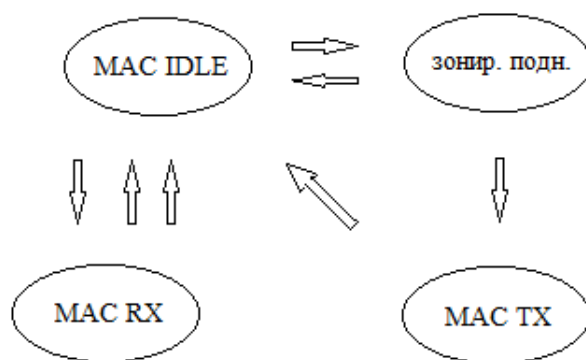


Рис. 2. MAC уровень АПП-ЗП протокола

Когда получают один пакет с уровня расширения MAC, MAC перемещается из состояния IDLE в состояние зонирования носителя. Если канал занят, то система вернется в состояние IDLE. Если канал свободен, тогда система перемещается в МАСТХ состояние и передает пакет вниз в РНУ уровень и в конце возвращается в состояние IDLE. В IDLE состоянии, если система получает пакет с РНУ уровня, система перемещается в MACRX состояние и проверяет целостность данного пакета. Если пакет не целый, то данный пакет выбрасывается и система вернется в состояние IDLE. Если же пакет целый, данный пакет передается вверх на уровень расширения MAC и система возвращается в состояние IDLE.

Асинхронное вероятное повторение с зондированием носителя (АВП-ЗН)

Способы математического анализа и программной симуляции наших протоколов

Мы совершили анализ наших протоколов с помощью математической модели.

Для СВП у нас имеется следующая формула:

$$\left(1 - \frac{k}{n} \cdot e^{-\lambda t \frac{k}{n}}\right)^n < P(-S) < \left(1 - \frac{k}{n} \cdot e^{-\lambda t \frac{k}{n}} + \frac{k}{n} \cdot e^{-\lambda t}\right)^n.$$

Для АВП формула выглядит так:

$$\left(1 - \frac{k}{n} \cdot e^{-\lambda t \left[2 \cdot \frac{k}{n} - \frac{k^2}{n^2}\right]}\right)^n < P(-S) < \left(1 - \frac{k}{n} \cdot e^{-\lambda t \left[2 \cdot \frac{k}{n} - \frac{k^2}{n^2}\right]} + \frac{k}{n} \cdot e^{-\lambda t}\right)^n.$$

В данной формуле t – полезное время информации; n – количество слотов в полезное время информации t ; k – количество повторения информации; S – событие, в котором хотя бы один раз информация была получена успешно; λ – скорость передачи информации.

Мы сделали симуляцию в программе NS-2 при нормированной настройке параметров.

В табл. 1 показана нормированная настройка параметров.

Таблица 1. Нормированная настройка параметров

Интервал генерирования информации(msec)	100
Полезное время информации (msec)	100
Размер пакета (Bytes)	100
Расстояние возможной передачи информации (m)	80

Среднее расстояние между автомобилями (m)	30
Количество полос для движения	4

Результаты экспериментов и выводы

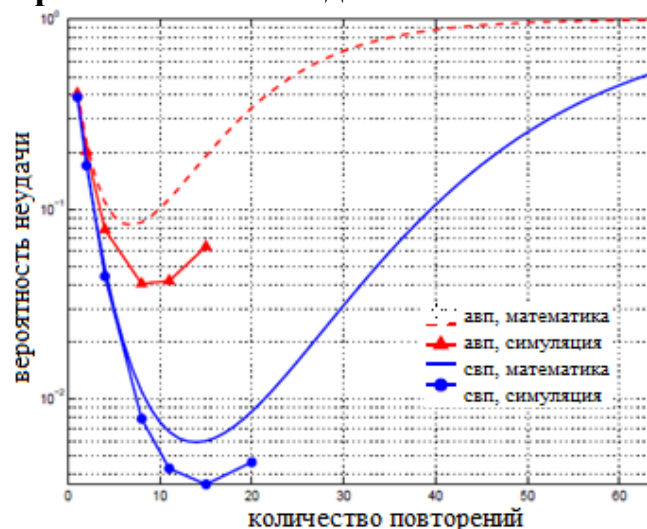


Рис. 3. Сравнение результатов по математике и по симуляции для АВП и СВП

На рис. 3 видно, что результаты математического анализа и результаты симуляции хорошо совместимы.

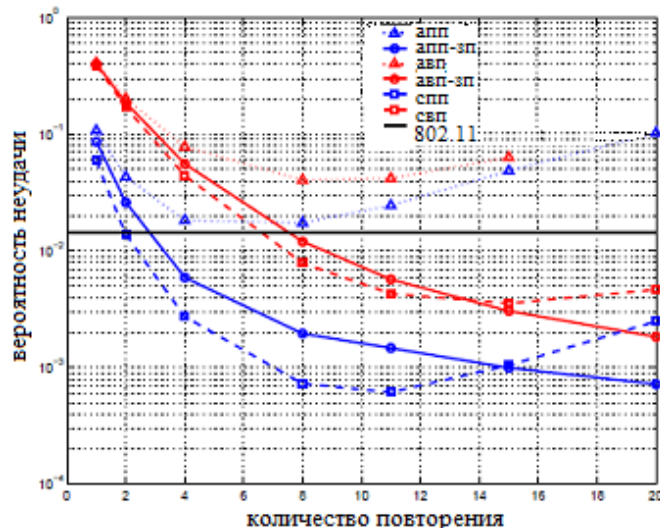


Рис. 4. Сравнение вероятности неудачи всех 6 протоколов при разном количестве повторения отправления информации

На рис. 4 видно, что асинхронное постоянное повторение с зондированием носителя (АПП-ЗН) и СПП являются хорошими вариантами. Из-за того, что СПП требуется устройство для синхронизации часов, АПП-ЗН является самым хорошим протоколом.

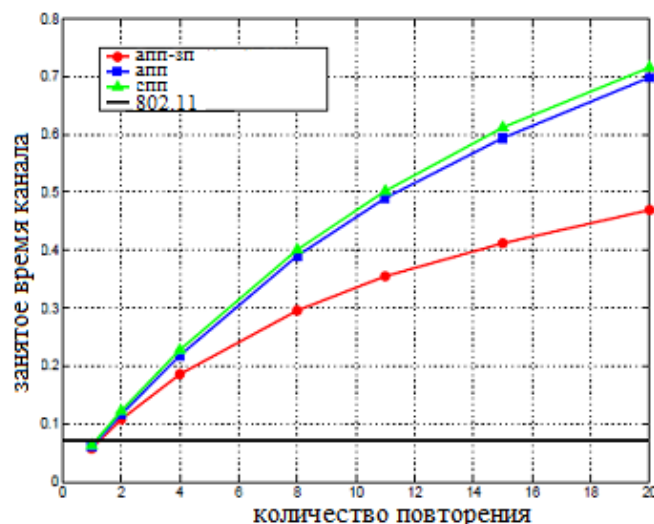


Рис. 5. Сравнение занятого времени канала протокола АПП-ЗП, АПП и СПП при разном количестве повторения отправки информации

На рис. 5 мы можем увидеть, что для метрики занятое время канала (ЗВК), АПП-ЗП тоже является самым лучшим вариантом.

У протокола АПП-ЗП две метрики вероятность неудачи (ВН) и занятое время канала (ЗВК) маленькое. Протокол АПП-ЗП удовлетворителен на передачи информации для безопасности автомобиля в DSRC системе.

Заключение

Мы исследовали эффективность быстрого повторения отправки информации. Также мы предложили некоторые протоколы для уровня управления доступом к среде (MAC). Эти протоколы совместимы с DSRC многоканальной структурой. Мы проводили анализы с помощью математической модели. Была создана симуляция этих протоколов для проверки двух аспектов: надежности получения информации и процента употребления канала передаваемой информации для безопасности автомобиля. Результаты показали, что протокол данного дизайна удовлетворителен на передачи информации для безопасности автомобиля в DSRC системе.

Литература

1. Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications. IEEE Standard 802.11a-1999, 1999.
2. Standard Specification for Telecommunications and Information Exchange Between roadside and Vehicle Systems – 5 GHz Band Dedicated Short Range Communications (DSRC) Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications ASTM E2213-03, Sept. 2003.
3. Таненбаум Э., Уэзеролл Д.. Компьютерные сети. – 5-ое изд., 2012.

Сборник трудов молодежной секции «Информационные технологии» в рамках XXI Всероссийской научно-методической конференции «Телематика'2014» / Главный редактор проректор по НР д.т.н., профессор В.О. Никифоров. – СПб: Университет ИТМО, 2014. – 102 с.

**СБОРНИК ТРУДОВ МОЛОДЕЖНОЙ СЕКЦИИ
«ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»
В РАМКАХ XXI ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-
МЕТОДИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «ТЕЛЕМАТИКА'2014»**

Главный редактор
Проректор по НР
В.О. Никифоров

Дизайн обложки Н.А.Потехина

Редакционно-издательский отдел Университета ИТМО

Зав. РИО Н.Ф. Гусарова

Лицензия ИД № 00408 от 05.11.99

Подписано в печать 04.03.2015

Заказ 3252 Тираж 100 экз.