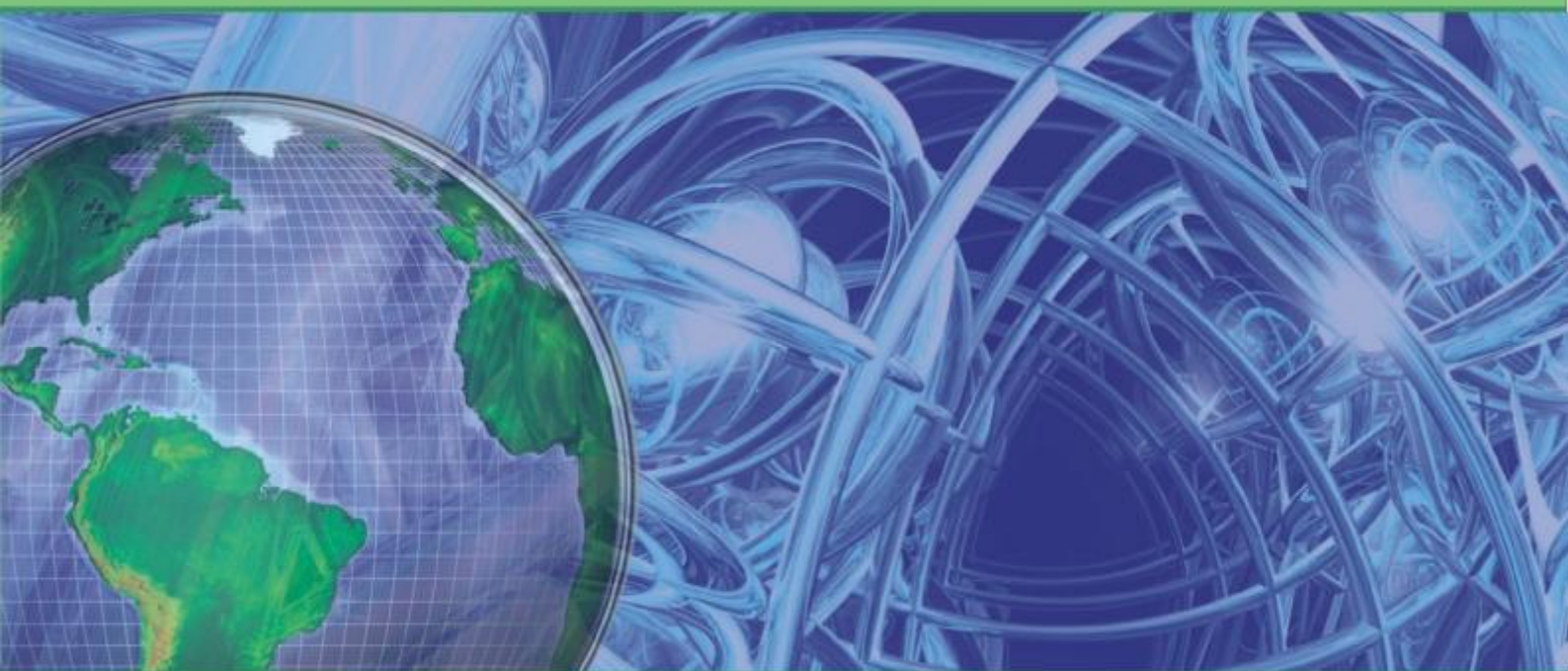


АННОТИРОВАННЫЙ СБОРНИК

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ВЫПУСКНЫХ
КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ МАГИСТРОВ СПбГУ ИТМО



Санкт-Петербург
2010 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ**

**Аннотированный сборник
научно-исследовательских
выпускных квалификационных
работ магистров СПбГУ ИТМО**



Санкт-Петербург

2010

Аннотированный сборник научно-исследовательских выпускных квалификационных работ магистров СПбГУ ИТМО / Главный редактор д.т.н., проф. В.О. Никифоров. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. – 133 с.

Сборник представляет итоги конкурса на лучшую научно-исследовательскую выпускную квалификационную работу среди магистров СПбГУ ИТМО и издается с целью развития творческого потенциала дипломированных специалистов, их навыков научно-исследовательской работы, стимулирования участия студентов в научных исследованиях, усиления роли научно-исследовательской работы в повышении качества подготовки специалистов с высшим образованием, формирования резерва для кадров высшей квалификации.

ISBN 978-5-7577-0363-3



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 развития государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики» на 2009–2018 годы.

© Санкт-Петербургский государственный университет
информационных технологий, механики и оптики, 2010

© Авторы, 2010

ВВЕДЕНИЕ

«Аннотированный сборник научно-исследовательских выпускных квалификационных работ магистров СПбГУ ИТМО» опубликован по результатам конкурсов на лучшую научно-исследовательскую выпускную квалификационную работу (ВКР) среди магистров СПбГУ ИТМО.

Конкурсы оценивают умение студента проводить самостоятельную творческую исследовательскую работу, показывают профессиональную зрелость выпускника, его способность решать реальные научно-технические задачи. Конкурсы проводятся в целях совершенствования системы подготовки кадров высшей квалификации, в рамках реализации программы развития СПбГУ ИТМО как Национального исследовательского университета на 2009–2018 годы.

Первый этап Конкурса проводился на выпускающих кафедрах университета. По итогам предзащит ВКР магистров кафедрами было принято решение о выдвижении лучших работ в Государственную аттестационную комиссию (ГАК). На защите ГАК были определены лучшие НИВКР от каждой кафедры. В итоге по кафедрам состоялось 22 Конкурса на «Лучшую НИВКР».

Второй этап Конкурса проводился на факультетах университета. По итогам представленных кафедрами работ, деканами факультетов был проведен анализ ВКР магистров, и определены победители Конкурса на факультетах. В итоге по факультетам состоялось 5 Конкурсов на «Лучшую НИВКР».

Третий завершающий этап Конкурса проводил Научно-технический совет (НТС) университета. Работы победителей второго этапа Конкурса были рассмотрены на заседании НТС. По итогам, которого определены «Лучшие НИВКР» проведенные в университете за 2010 год и определена номинация «Лучший научный руководитель НИВКР среди магистров 2010».

Статистические данные участия магистров

Этап	Название конкурса	Приняло участие	Победители
I	Конкурсы кафедр	207	61
II	Конкурсы факультетов	61	24
III	Конкурс университета	24	16

По итогам Конкурса среди магистров было определено 16 победителей на «Лучшую НИВКР университета» и 8 лауреатов, которые стали победителями Конкурсов проведенных на факультетах.

Общее количество магистрантов, участвовавших в конкурсах на «Лучшую научно-исследовательскую выпускную квалификационную работу» составило 207 человек.

Организационную работу по Конкурсам проводили следующие структурные подразделения СПбГУ ИТМО: НИЧ, Докторантура, отдел «НИРС».

Основные критерии оценки работ

При оценке НИВКР учитывались следующие критерии:

- соответствие тематики работы основным научным направлениям университета;
- новизна предложенных в работе решений;
- оригинальность предложенных решений;
- наличие актов об использовании результатов работы;
- наличие выигранных грантов, стипендий, в том числе стипендий Президента Российской Федерации;
- наличие публикаций по результатам работы в научных журналах и изданиях (как в российских, так и в зарубежных);
- наличие документов защиты объектов интеллектуальной собственности, созданных в процессе выполнения ВКР;
- наличие заявок на объекты интеллектуальной собственности;
- наличие наград, полученных на всероссийских, региональных и городских конкурсах;
- наличие докладов по тематике ВКР на научных конференциях и семинарах;
- наличие документов о представлении результатов ВКР на различного уровня конкурсах и выставках;
- глубина раскрытия темы, логичность изложения;
- качество оформления (в т.ч. соблюдение ГОСТов);
- степень самостоятельности выполненной работы.

Общие требования к материалам, представляемым на НТС

Для окончательного подведения итогов Конкурса на НТС представлялись следующие документы:

- анкета участника Конкурса;
- отзыв научного руководителя;
- рекомендация от кафедры (служебная записка, подписанная зав. кафедрой);
- рекомендация ГАК;
- техническое задание ВКР;
- краткое изложение ВКР в форме статьи до 2 страниц.

К работе прилагались акты о внедрении результатов научной работы, копии патентов, научных статей и тезисов.

Итоги Конкурса были подведены на заседании НТС университета и оформлены приказом ректора СПбГУ ИТМО № 1034-уч от 19.08.2010 г.

**ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСА УНИВЕРСИТЕТА
НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ
ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
МАГИСТРОВ**

**Пантюшин Антон Валерьевич**

Год рождения: 1987

Факультет оптико-информационных систем и технологий,
кафедра оптико-электронных приборов и систем, группа 6314Направление подготовки:

200200 Опотехника

e-mail: pantyushin@ya.ru**УДК 535:621.373.826:624.396.962.3****ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ
КОНТРОЛЯ СООСНОСТИ ПОЛОЖЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ТУРБОАГРЕГАТОВ****А.В. Пантюшин****Научный руководитель – к.т.н., А.Н. Тимофеев**

Современная жизнь немыслима без мощных энергетических установок, наиболее важным их элементом является турбина. В свою очередь долговечность и надежность работы турбин во многом зависят от правильной центровки вала турбины.

Задачи центровки турбоагрегатов встречаются не только в энергетике, но и машиностроении, и судостроении. Из-за постоянного роста мощности турбоагрегатов происходит ужесточение требований предъявляемых к их обслуживанию, и в первую очередь к центровке валов, турбин.

Целью работы являлось построение, полностью автоматизированной системы контроля соосности, обеспечивающей высокую точность операций центровки проточной части турбоагрегатов.

В работе была предложена схема оптико-электронной системы контроля соосности, главной особенностью которой является применение активной визирной марки, что позволит, в конечном счете, снизить себестоимость исследуемой системы. Кроме того, предложенная схема позволяет кроме смещений по трем координатам оценить 3 угловых поворота.

Для предложенной схемы на основании расчетов, в работе был произведен выбор основных параметров, таких как модель камеры, марка источника оптического излучения, а так же рассчитан ряд конструктивных параметров системы таких как: расстояние между полупроводниковыми излучающими диодами, размер диафрагм полупроводниковых излучающих диодов.

Также, в ходе работы была разработана конструкция фотоприемного устройства системы на основе камеры VEI-535, особенностью которой является модульный принцип, и реализация системы автоматической фокусировки.

В ходе работы был разработан прототип программного обеспечения реализующей основные функции оптико-электронной системы контроля соосности, а также программное обеспечение оптико-электронной системы контроля положения оси и интегрирующее обе системы программное обеспечение AxisPC.

В работе был выполнен обзор основных погрешностей оптико-электронной системы контроля соосности, таких как кривизна визирных линии, погрешность установки метки, погрешность, вызванная ошибкой в определении координат изображений точечных источников, погрешность, вызванная градиентом температуры в воздушном тракте.

Кроме того, были рассмотрены методические погрешности, связанные с невозможностью с высокой точностью нахождения оси ротора турбины. Как было показано, именно эта погрешность является основным препятствием на пути совершенствования систем центровки турбоагрегатов.

Новизна работы заключается, в использовании для контроля соосности системы контроля положения на основе активной марки с тремя излучателями.

Литература

1. Пантюшин А.В., Шомрина М.А., Анисимов А.Г., Яковлев А.С. Исследование влияния погрешности установки отражателя на точность системы контроля соосности. VII Международная конференция «Прикладная оптика-2006» 16–20 октября 2006 г, СПб, Россия. Сборник трудов. Том.1 «Оптическое приборостроение». – 2006.
2. Анисимов А.Г., Горбачёв А.А., Краснящих А.В., Пантюшин А.В. Оптико-электронная система контроля соосности элементов турбоагрегатов. – 2008.
3. Карасев В.И., Монэс Д.С. Монтаж паровых турбин с помощью оптических приборов. – М. – 1976.
4. Ишанин Г.Г., Козлов В.В. Источники излучения. – СПб. – 2004.
5. Погарев Г.В. Юстировка оптических приборов. – Л.: Машиностроение, 1982.
6. Чуриловский В.Н. Теория оптических приборов. – М.-Л.: Машиностроение, 1966.
7. Захаров А.И. Новые теодолиты и оптические дальномеры. – М.: Недра, 1978.



Жуков Дмитрий Валерьевич

Год рождения: 1984

Факультет оптико-информационных систем и технологий, кафедра оптико-электронных приборов и систем, группа 6314

Направление подготовки:

200200 Опотехника

e-mail: dzhukov@gmail.com

УДК 681.786.23

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЯ ОЭС КОНТРОЛЯ ФОРМЫ ГЛАВНОГО ЗЕРКАЛА РАДИОТЕЛЕСКОПА МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА ДЛИН ВОЛН

Д.В. Жуков

Научный руководитель – д.т.н., профессор И.А. Коняхин

С развитием террагерцовых технологий появилась возможность создавать приёмники электромагнитного излучения, работающие в миллиметровом и субмиллиметровом диапазонах длин волн. Этой возможностью очень быстро заинтересовались астрономы, для которых террагерцовый диапазон оставался *terra incognita*. Однако отсутствие приёмников принимающих в этом диапазоне было не единственной проблемой. Чтобы осуществлять приём излучения в миллиметровом диапазоне телескоп должен обладать чрезвычайно высокими метрологическими свойствами. Так, например, известно, что для уверенного приёма электромагнитного излучения величина отклонения главного зеркала от идеальной формы не должны

превышать $1/20$ длины волны. Для миллиметрового диапазона эта величина будет составлять порядка 50 мкм. Для телескопов с диаметром основного зеркала 30 м и более данная задача остаётся неразрешённой.

Не так давно в России возобновились работы над радиотелескопом миллиметрового диапазона длин волн РТ-70 (Суффа). В рамках данного проекта кафедре оптико-электронных приборов и систем Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики было поручено разработать систему контроля положения элементов зеркальной системы и опорно-поворотного устройства. Весь комплекс систем контроля было решено разделить на 4 уровня.

Объектом данного исследования был третий уровень измерительной системы, а именно оптико-электронная система контроля формы главного зеркала. Основное назначение планируемых результатов – экспериментальная оценка предельных погрешностей измерений системы с использованием разработанной компьютерной модели и исследование путей уменьшения влияющих составляющих погрешности измерения.

В ходе данной работы было проведено полномасштабное моделирование системы контроля формы главного зеркала радиотелескопа миллиметрового диапазона длин волн. Были выявлены основные источники погрешности её функционирования. Так было показано, что даже самые незначительные деформации конструкции опорного кольца (более 0,3" деформации по углу) способны привести к выходу системы за пределы допустимых погрешностей. Для устранения погрешностей, вызванных этим фактором, необходимо разработать систему контроля деформации опорного кольца, которая включала бы в себя высокоточные датчики как угловых, так и линейных перемещений.

Для компенсации погрешности установки системы на опорном кольце был разработан метод оптимизации параметров, представляющий собой нелинейный метод калибровки фотограмметрических систем.

Результаты данной работы используются в проекте по созданию системы контроля положения элементов конструкции радиотелескопа РТ-70, ведущегося на кафедре оптико-электронных приборов и систем.



Серикова Мария Геннадьевна

Год рождения: 1987

Факультет оптико-информационных систем и технологий,
кафедра оптико-электронных приборов и систем, группа 6314

Направление подготовки:

200200 Оптотехника

e-mail: serikovamg@gmail.com

УДК 535:621.373.826:624.396.962.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ С ШУМОВОЙ СИНХРОНИЗАЦИЕЙ

М.Г. Серикова

Научный руководитель – д.т.н., профессор Е.Г. Лебедько

В системах ближней оптической локации время запаздывания сигнала сопоставимо с его длительностью. В этом случае возникает возможность использовать для приема сигнала временной интервал между двумя шумовыми выбросами, что позволило бы уменьшить уровень срабатывания решающего устройства, а также повысить энергетическую эффективность системы.

Целью данной работы являлся анализ распределения интервалов между выбросами случайного процесса при различных передаточных функциях приемно-усилительного тракта и исследование возможности использования шумовой синхронизации излучения в системах ближней локации.

В ходе проведенного анализа задачи выбросов случайных процессов было показано, что в общем виде функции распределения длительностей выбросов имеют вид бесконечного ряда, членами которого являются интегралы возрастающей кратности [1]. Замена точной формулы более упрощенной связана с погрешностями, которые трудно оценить аналитически [2]. Таким образом, для получения зависимостей более близких к истинным законам распределения было необходимо провести математическое моделирование работы измерительного прибора (анализатора) указанных распределений.

На основании сформулированных требований к модели анализатора, а также специфики среды реализации была разработана структурная схема универсального анализатора распределений длительностей интервалов между выбросами случайного процесса, которая была реализована в среде LabVIEW [3].

С помощью анализатора показано, что при увеличении разницы между уровнями срабатывания анализатора, а также с уменьшением частоты пропускания фильтра длительность интервалов увеличивается, а пик распределения смещается в область более низкой вероятности.

На основании изучения законов распределений длительностей интервалов между выбросами была предложена структурная схема системы ближней оптической импульсной локации, в которой запуск лазерного излучателя осуществляется спадом шумового выброса на выходе приемно-усилительного тракта, а прием отраженного сигнала осуществляется на интервале между выбросами случайного процесса.

Для предложенной схемы с шумовой синхронизацией излучения был проведен аналитический расчет средней частоты посылки импульсов в схеме. Показано, что для обеспечения более высокой частоты посылки импульсов необходимо уменьшать относительный уровень пересечения, а также увеличивать полосу пропускания фильтра.

Выработанный на основе анализа распределений длительности интервалов между выбросами случайного процесса подход к построению систем ближней локации позволяет существенно снизить уровень срабатывания решающего устройства и, естественно, уменьшить энергетические затраты.

Литература

1. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники. Книга первая. Изд-во «Советское радио», 1969. – 752 с.
2. Тихонов В.И., Хименко В.И. Выбросы траекторий случайных процессов, Наука, 1987.
3. Федосов В.П., Нестеренко А.К. Цифровая обработка сигналов в LabVIEW / под ред. В.П. Федосова. – М.: ДМК Пресс, 2007. – 472 с.

**Иванов Юрий Александрович**

Год рождения: 1987

Факультет оптико-информационных систем и технологий,
кафедра прикладной и компьютерной оптики, группа 6301Направление подготовки:

200200 Опотехника

e-mail: Drunkcow@mail.ru

УДК 535.417

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ
ГОЛОГРАММ-ПРОЕКТОРОВ****Ю.А. Иванов****Научный руководитель – д.т.н., профессор С.Н. Корешев**

В настоящее время существует актуальная проблема разработки альтернативных методов фотолитографии. Одним из перспективных решений этой задачи является применение в фотолитографии синтезированных голограмм-проекторов, заключающееся в цифровом синтезе и аналоговом физическом восстановлении топологии микросхем [2]. Ранее на кафедре прикладной и компьютерной оптики Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики была разработана программа цифрового синтеза голограмм-проекторов, однако, для быстрой оценки голограмм, синтезированных с помощью этой программы, появилась потребность в программе, реализующей процесс восстановления синтезированных голограмм. Для осуществления данной цели и была сделана настоящая работа.

В ходе поиска методов цифрового восстановления, наиболее пригодных для оценки синтезированных голограмм-проекторов, были выбраны алгоритмы, основанные на принципе Гюйгенса-Френеля и на преобразовании Френеля. Названные алгоритмы восстановления легли в основу разработанной программы восстановления голограмм, которая была объединена с программой синтеза в единый программный комплекс для цифрового синтеза и восстановления голограмм-проекторов.

Основные результаты выполненной работы можно сформулировать в виде следующих выводов.

- Разработан алгоритм восстановления голограмм-проекторов, основанный на использовании интеграла Френеля. На основе этого алгоритма создана программа восстановления изображений по методу Френеля.
- Программы восстановления и синтеза голограмм-проекторов френелевского типа объединены в единый программный комплекс.
- Одновременное использование обоих методов восстановления гарантирует отсутствие однотипных ошибок в алгоритмах синтеза и восстановления, основанных на принципе Гюйгенса-Френеля.
- Разработанная программа восстановления синтезированных голограмм-проекторов обеспечивает возможность экспресс-оценки синтезированных голограмм двумя разными методами.
- Проведены исследования синтеза и восстановления изображений, в результате которых можно сделать вывод о том, что использование метода восстановления, основанного на принципе Гюйгенса-Френеля, при малых расстояниях от

голограммы до восстанавливаемого изображения предпочтительней метода, основанного на преобразовании Френеля.

- Доказаны возможность и перспективность использования разработанного программного комплекса для оптимизации параметров синтеза голограмм-проекторов.

Литература

1. Корешев С.Н., Ратушный В.П. Использование метода голографии для получения изображений двумерных объектов при решении задач фотолитографии высокого разрешения // Оптический журнал, 2004. – Т. 71, №10. – С. 32–39.
2. Корешев С.Н., Никаноров О.В., Иванов Ю.А., Козулин И.А. Программный комплекс для синтеза и цифрового восстановления голограмм-проекторов: влияние параметров синтеза на качество восстановленного изображения // Оптический журнал, 2010. – Т.77, №1.
3. Корешев С.Н., Никаноров О.В., Иванов Ю.А. Программный комплекс для синтеза и цифрового восстановления голограмм-проекторов // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО, 2009. – Вып.5 (63).



Ларин Михаил Сергеевич

Год рождения: 1984

Факультет точной механики и технологий,
кафедра мехатроники, группа 6673

Направление подготовки:

200100 Приборостроение

e-mail: exirity@mail.ru

УДК 004.414.23

АЛГОРИТМЫ ВИРТУАЛЬНОГО ДОПОЛНЕННОГО ПРОСТРАНСТВА

М.С. Ларин

Научный руководитель – д.т.н., профессор В.М. Мусалимов

В работе [1], для моделирования виртуального пространства на примере виртуального музея была выбрана графическая библиотека OpenGL и разработаны алгоритмы отображения объектов в виртуальном пространстве, также разработано приложение, в котором пользователь может воздействовать на виртуальную среду.

База для виртуального пространства смоделирована, теперь можно её расширять, привнося большую реалистичность за счёт использования «Дополненной реальности».

Расширение возможностей виртуального пространства возможно с использованием компьютерного зрения [2].

Для расширения возможностей разработанного приложения была рассмотрена библиотека компьютерного зрения OpenCV, и также рассмотрены дальнейшие возможности расширения и использования компьютерного зрения для моделирования виртуального музея. Такое развитие требует использование дополнительного устройства как веб-камера.

Дальнейшие разработки будут связаны с интеллектуализацией компьютерного зрения и добавления большей реалистичности взаимодействия человек-компьютер.

Проблемы, связанные с представлением пространства [3], также актуальны для компьютерного видения, как и для живописи. В обоих случаях приходится компенсировать переход, от реальной к перцептивной или линейной перспективе. Этот переход лишает ощущаемого пространства изображение, которое приходится искажать для получения схожих результатов с видимой реальностью.

Работа содержала следующую структуру:

1. Направление и задачу исследований:
 - моделирование виртуального пространства на основе библиотеки OpenCV;
 - рассмотрение графических библиотек (без графических ускорителей и использующих графический ускоритель);
 - изучение основ фотограмметрии;
 - изучение основ аффинных преобразований;
 - анализ алгоритмических проблем;
 - анализ технических проблем;
 - моделирование измерительных функций виртуального пространства;
 - разработку алгоритма и моделирование виртуального пространства на примере виртуального музея.
2. Проектную или исследовательскую части (с указанием основных методов исследований, расчетов и результатов):
 - использованы основы аффинных преобразований;
 - использованы основы фотограмметрии;
 - написана библиотека матричных преобразований;
 - расчёты производились в программной среде C++;
 - разработана программа построения дополненной реальности;
 - разработана программа построения виртуального пространства на примере музея;
 - разработана программа бесконтактного определения размеров объектов.
3. Новизна полученных результатов:
 - обработка графической информации была актуальна всегда, особенно когда появились вычислительные возможности её обрабатывать в реальном времени;
 - извлечение третьих координат из изображений становится популярным не только в робототехнике и получило название дополненной реальности.
4. Практическая ценность работы. Рекомендации по внедрению:
 - разработанная программа является демонстрацией возможности того что из графической информации можно извлекать любые геометрические параметры объектов с точностью, которую можно получить измеряя объекты по изображению, при этом не требуется строгое позиционирования системы измерения.

Литература

1. Ларин М.С. Визуализация и обработка изображений //Изв. вузов. Приборостроение, 2010. – Т. 53, №2.
2. Шапиро Л., Стокман Дж. Компьютерное зрение // Бином. М.: 2006.
3. Augmented Reality Tool Kit, домашняя страница [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. англ.



Воронин Алексей Анатольевич

Год рождения: 1986

Инженерно-физический факультет, кафедра компьютерной теплофизики и энергофизического мониторинга, группа 6212

Направление подготовки:

140400 Техническая физика

e-mail: Ale_Vor@rambler.ru

УДК 004.94: 53.09:57.089

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛООБМЕНА В НОСОВОЙ ПОЛОСТИ ЧЕЛОВЕКА

А.А. Воронин

Научный руководитель – д.т.н., профессор Г.Н. Лукьянов

В последние десятилетия медицина совершила значительный скачок в области повышения качества лечения широкого спектра заболеваний. При этом успешность наиболее сложных хирургических операций по-прежнему в наибольшей степени зависит от индивидуальной подготовки хирурга. Так, проведение любой операции по изменению формы внутренних носовых каналов часто связано с корректированием формы костных перегородок, расположенных на расстоянии десятых долей миллиметра от головного мозга [1]. Таким образом, механическая ошибка хирурга величиной в 1 мм может стоить человеку жизни.

Одним из возможных путей решения данной проблемы может стать создание виртуальной модели внутренних носовых каналов пациента. В случае наличия такой модели, полностью отражающей индивидуальные особенности протекания гидродинамических процессов в носовой полости больного, врач получит возможность производить запланированные изменения на виртуальной модели и после повторного моделирования видеть результат своих действий, уже после этого приступая к реальной операции. Разработка методики получения такой виртуальной модели стала основной целью настоящего исследования.

Исходными данными для исследования стали результаты магнитно-резонансной томографии черепной коробки одного из пациентов поликлиники «Адмиралтейские верфи». Первоначальной задачей явилось выделение из полученной общей томографической модели внутренних дыхательных путей. Данная цель была достигнута при помощи программы Amira 5.2.0, предназначенной для визуализации и обработки медицинских изображений. Вид полученной геометрической модели приведен на рисунке.

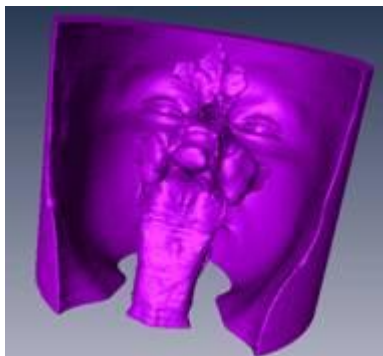


Рисунок. Геометрическая модель

Впоследствии модель была экспортирована в формате *.stl в программу Pro/ENGINEER, где по полученным данным была сгенерирована модель формата solid. Далее был осуществлен трансферт преобразованной геометрической модели в программу Ansys, где затем были получены распределения скоростей и давлений, а также температур потока воздуха.

Основным результатом, достигнутым в ходе исследования, является выработка последовательности действий по выделению искомой виртуальной геометрической модели внутренних носовых каналов человека из данных магнитно-резонансной томографии черепной коробки и дальнейшему трансферту полученной модели в систему Ansys. Также было осуществлено моделирование гидродинамических и тепловых процессов, связанных с течением воздуха в носовых каналах человека.

Литература

1. Рассадина А.А. Измерения и анализ флуктуаций температуры, скорости и давления в каналах нерегулярной формы. Дисс. на соиск. уч. степ. к.т.н. СПб: СПбГУ ИТМО, 2007.



Колюбин Сергей Алексеевич

Год рождения: 1986

Факультет компьютерных технологий и управления, кафедра систем управления и информатики, группа 6148

Направление подготовки:

220200 Автоматизация и управление

e-mail: ksa_tau@mail.ru

УДК 681.513.675

АДАПТИВНЫЕ АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ МЕХАТРОННЫМИ МАЯТНИКОВЫМИ СИСТЕМАМИ

С.А. Колюбин

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

В работе рассматривались задачи адаптивного управления мехатронными маятниковыми системами, характеризующимися существенно нелинейной динамикой [1]. Проблематика, затронутая в исследовании, в настоящее время является весьма актуальной. Ей посвящены работы крупнейших отечественных и зарубежных ученых, таких как К. Астрём, Р. Ортега, Л. Прайли, М. Спонг, К. Фурута, Б.Р. Андриевский, Д.Е. Охоцимский, А.С. Ширяев. Однако, несмотря на множество предложенных методов, недостаточно внимания уделяется проблемам управления в условиях параметрической неопределенности.

Основной задачей работы была разработка алгоритмов адаптивного управления неполноприводными маятниковыми системами. Методы адаптивного управления имеют следующие существенные преимущества: работоспособность в условиях априорной неизвестности параметров объекта; сохранение показателей качества регулирования в подвижно внешней среде; возможность унификации регуляторов для управления различными объектами одинаковой структуры; пониженные

технологические требования к отдельным узлам и системе автоматического управления в целом [2].

В работе решалась задача стабилизации положения неустойчивого равновесия маятника Шмида на нестационарном основании. Синтез регуляторов осуществлялся с учетом дополнительных ограничений, связанных со спецификой реальных мехатронных систем: параметры объекта предполагаются неизвестными, кроме того возможен параметрический дрейф, динамика основания не включается в модельные представления, измерению доступны только углы поворота маятника и инерционного колеса, управление ограничено по модулю, в системе присутствует трение.

В итоге был получен гибридный алгоритм управления, реализующий раскачку и стабилизацию маятника, и при этом была обеспечена адаптивная настройка регуляторов в режиме реального времени. Для идентификации параметров был использован рекуррентный метод наименьших квадратов со списыванием для компенсации параметрического дрейфа. Раскачка маятника в условиях ограниченного управления и при наличии неучтенной динамики была реализована с помощью энергетического подхода с настраиваемой целевой функцией и метода скоростного градиента [2]. Стабилизация положения неустойчивого равновесия осуществлялась посредством пропорционально-дифференциального регулятора, коэффициенты которого рассчитывались с использованием модального управления. Для компенсации трения был применен метод прямой адаптации на базе функций Ляпунова [3]. Для оценивания скоростей вращения маятника и инерционного колеса использован адаптивный наблюдатель [4]. Эффективность полученной системы управления была проверена в ходе экспериментальной реализации на мехатронном исследовательском комплексе.

Результаты исследования могут найти широкое применение, как в промышленности, так и в социальной сфере при управлении движением ракет, монорельсовых поездов, мобильных роботов и промышленных манипуляторов и разработке экзоскелетов для повышения социальной активности людей с ограниченными двигательными возможностями.

Литература

1. Lozano R., Fantoni, I., Non-linear Control for Underactuated Mechanical Systems, Springer –Verlag, 2002. – 295 p.
2. Мирошник И.В., Никифоров В.О., Фрадков А.Л. Нелинейное и адаптивное управление сложными динамическими системами. – СПб: Наука, 2000. – 549 с.
3. Friedland B., Park Y.-J. On adaptive friction compensation. IEEE Transactions on Automatic Control. – Vol. 37. – 1992. – P. 1609–1612.
4. Xian C., de Queiroz M.S., Dawson D.M., McIntyre M.L. A Discontinuous Output Controller and Velocity Observer for Nonlinear Mechanical Systems. Automatica. – Vol. 40. – 2004. – P. 695–700.

**Катериненко Роман Сергеевич**

Год рождения: 1987

Факультет компьютерных технологий и управления, кафедра вычислительной техники, группа 6110

Направление подготовки:

230100 Информатика и вычислительная техника

e-mail: innuWorks@gmail.com**УДК 621.391.1****ПОСТРОЕНИЕ ПРОДУКЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЗНАНИЙ
В РЕЛЯЦИОННОЙ СУБД****Р.С. Катериненко****Научный руководитель – к.т.н., доцент И.А. Бессмертный**

В данной работе были рассмотрены вопросы, связанные с построением продукционных моделей знаний.

В последнее время сделан большой шаг вперед в области описания знаний [1]. Разработаны формальные математические модели: дескрипционные логики [2], онтологии и т.д. Разработаны стандарты описания знаний: OWL, RDF, SWRL и т.д. Разработаны программные средства, облегчающие сложный с когнитивной точки зрения процесс формализации знаний [3]. Но на пути к осуществлению идеи о передаче знаний компьютеру и об автоматическом извлечении знаний существует препятствие – трудоемкость процесса логического вывода. Тот основной мыслительный процесс, который позволяет человечеству двигаться вперед – имеет большую трудоемкость при реализации в ЭВМ. Например, при использовании наивного логического вывода длительность растет экспоненциально от объема данных.

Для ускорения логического вывода предлагается использовать операции реляционной алгебры, эффективная реализация которых имеет место в современных СУБД [4]. На основе этой идеи был разработан алгоритм логического вывода.

Помимо ускорения логического вывода удалось достичь экономии памяти. Для этого в процессе работы был построен граф зависимостей продуктов, который позволил ограничить потенциальное множество продуктов, необходимых для обработки запроса пользователя. При этом не требуется хранить большое количество выведенных фактов и отслеживать изменения в базе знаний, которые могут сделать выведенные факты некорректными.

Для проверки теоретических результатов была сделана прототипная программная реализация. Результаты экспериментов с прототипом и аналогичными приложениями, реализующими различные подходы к логическому выводу, представлены в работе.

Отличительной особенностью от аналогов является возможность комбинировать SQL-запросы с запросами к базам данных. Это свойство позволит расширить сферу применений алгоритма в те предметные области, где не требуется полного формального описания знаний или, где накоплено большое количество реляционных данных.

Реализованная модель обладает большой универсальностью и может быть легко адаптирована к специфике соответствующей сферы применения.

Литература

1. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: Современный подход. 2-е изд. // пер. с англ. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2006.
2. Franz Baader, Diego Calvanese etc. The description logic handbook. Theory, Implementation and Realization // Cambridge University Press, 2003.
3. Sowa John F., Knowledge Representation: Logical, Philosophical, and Computational Foundations // Brooks Cole Publishing Co., Pacific Grove, CA, 2000. – 594 p.
4. Date C.J. An Introduction to Database Systems // Addison-Wesley, 1994.



Ершова Анна Александровна

Год рождения: 1986

Естественнонаучный факультет, кафедра высшей математики,
группа 6742

Направление подготовки:

010500 Прикладная математика и информатика

e-mail: ann-e26@yandex.ru

УДК 517.938

СПЕКТРАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ПЕРИОДИЧЕСКИХ НИЗКОРАЗМЕРНЫХ СИСТЕМ

А.А. Ершова

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор И.Ю. Попов

Данная работа была посвящена исследованию энергетического спектра частиц, находящихся в периодических наноструктурах. Модельным объектом первой части работы являлся наноканал, на стенках которого находились узлы с периодическими потенциалами [1]. Они были расположены в вершинах правильных параллельных друг другу N -угольников. Представленный объект исследовался с помощью метода потенциалов нулевого радиуса (ПНР). Его сущность состоит в замене реального потенциала неким точечным («дельта-образным») взаимодействием. При этом в остальных точках пространства волновая функция удовлетворяет уравнению Шредингера для свободной частицы.

Строгое математическое обоснование метода потенциалов нулевого радиуса в рамках теории самосопряженных расширений было дано Ф.А. Березиным и Л.Д. Фаддеевым [2] ими же было предложено использовать формулу М.Г. Крейна для получения резольвент точечных возмущений. Систематически метод ПНР был изложен в монографии Ю.Н. Демкова и В.Н. Островского [3]. Дальнейшее развитие метода связано с работами Б.С. Павлова, С. Альбеверии, Ф. Гестези, Р. Хёгг-Крона и Х. Хольдена [4], их коллег и учеников.

Вторая часть работы была посвящена моделированию поведения частицы и нахождению энергий частицы в графеновом слое. Модельным объектом являлась гексагональная решетка. Движение частицы осуществлялось по сторонам правильных шестиугольников, образующих бесконечную квантовую сеть (квантовый граф). В силу периодичности выбранного для моделирования объекта в работе была использована теория Блоха-Флоке [5].

Исследование энергий частицы в квантовом графе было проведено в три этапа. На первом этапе рассматривалась свободно движущаяся частица, на втором – частица в кусочно-линейном поле. Завершающая часть исследования энергий частицы в квантовой сети была посвящена изучению сильного взаимодействия в непосредственной близости от вершин в графе. Для моделирования этой ситуации производилась замена реального потенциала в вершинах графа на «дельта-образный» в окрестности вершины. Во всех остальных точках рёбер частица двигалась свободно.

В работе производилось моделирование наноразмерных структур с целью изучения энергетического спектра данных объектов. Для наноканала был исследован спектр модельного оператора и построен график энергий, на котором наблюдались чёткие разрешённые и запрещённые зоны. При моделировании движения частицы в квантовом графе, соответствующем гексагональной решётке, были рассмотрены три случая возможного взаимодействия частицы с атомами углерода: свободное движение частицы, движение частицы в кусочно-линейном потенциале и взаимодействие с «дельта-потенциалами» в вершинах графа. Для всех трех случаев построены графики энергий частицы, а для свободного движения частицы в квантовом графе явно решено дисперсионное уравнение.

Полученные результаты могут быть использованы в исследованиях проводящих структур с размерами порядка десятков и единиц нанометров. Модель наноканала может быть применима в наногидродинамике для изучения взаимодействия движущихся молекул со стенками канала, размеры которого сравнимы с размерами движущихся по ним молекул.

В ближайшем будущем планируется провести сравнение полученных энергий частицы в наноканале и энергий частицы в нанотрубке, в которой частица движется по квантовой сети, соответствующей квадратной решётке.

Литература

1. Ershova A.A., Popov I.Yu., Chivilihin S.A., Gusarov V.V. Waveguide Modes and Adhesion Conditions for Flow in a Nanochannel // *Doklady Physics*. 2010. – Vol.55, № 6. – Pp. 271273.
2. Березин Ф.А., Фаддеев Л.Д. Замечание об уравнении Шредингера с сингулярным потенциалом // *Докл. Акад. Наук СССР*, 1961. – Т. 137. – С. 1011–1014.
3. Демков Ю.Н., Островский В.Н. Метод потенциала нулевого радиуса в атомной физике, изд. ЛГУ, 1975.
4. Альбеверьо С., Гестези Ф., Хёгг-Крон Р., Хольден Х. Решаемые модели в квантовой механике. М.: Мир, 1991. – 566 с.
5. Павлов Б.С. Электрон в однородном кристалле из точечных атомов с внутренней структурой. I // *Теор. и мат. физ.* – 1987. – Т. 72, № 3. – С. 403–415.



Токалов Никита Сергеевич

Год рождения: 1987

Факультет информационных технологий и программирования,
кафедра информационных систем, группа 6523

Направление подготовки:

080700 Бизнес-информатика

e-mail: Nikita.Tokalov@gmail.com

УДК 007.3

**ПРИМЕНЕНИЕ МОДУЛЬНОГО ПОДХОДА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
СОЗДАНИЯ ПО**

Н.С. Токалов

Научный руководитель – к.т.н., доцент Н.Ф. Гусарова

Разработка программного обеспечения (ПО) – это весьма длительный и далеко не всегда успешный процесс. Так, статистический анализ работы 364 корпораций и итогов разработки более 23 000 проектов, связанных с разработкой ПО в США показал, что еще совсем недавно только 16,2% проектов завершились в срок, 52,7% проектов завершились с опозданием, 31,1% проектов были аннулированы до завершения. Для проектов, которые завершились с опозданием, срок выполнения оказался превышенным более чем на 120% [1]. Одним из факторов, существенно замедляющих процесс разработки ПО, является текучесть кадров [2]. Поэтому настоящее исследование было посвящено ускорению разработки ПО в условиях текучести персонала путем применения командного подхода к разработке модульного ПО.

Оценку трудоемкости и времени разработки ПО проводили по методу СОСОМО (COConstructive COSt MOdel) II с уточненными коэффициентами, использованными ранее для успешной оценки разработки ПО «Аэропортовое обслуживание» [3]. Длительность разработки ПО в отсутствии текучести кадров составляла $T_1=9,5$ мес.

Предполагали, что в случае увольнения программиста Петрова, работающего над ПО, программист Сидоров приступит к разработке ПО через определенный интервал времени $\Delta T=2$ мес. и закончит разработку. Если Петров уволился, не приступив к разработке ПО, то Сидоров закончит работу через 11,5 мес. Если Петров уволится перед самым завершением ПО, а информация о незаконченной разработке была полностью утеряна, то разработка ПО займет $9,5+2+9,5=21$ мес. ($M=18,4$). Применение модульного подхода позволяет уменьшить время максимальной задержки разработки ПО. Представим себе, что ПО разделено на 4 равных и независимых модуля. Петров разработал первый модуль в момент времени T_1 , второй модуль – в момент времени T_2 и уволился, разрабатывая третий модуль. Как и в предыдущем случае предполагаем, что информация о незаконченной разработке (в данном случае третьего модуля) была полностью утеряна. Сидоров приступил к разработке ПО через интервал времени ΔT и закончил разработку. В этом случае максимальная задержка разработки ПО из-за текучести кадров сократилась на время, которое Петров потратил на успешную разработку модулей. Однако с возрастанием числа модулей эффект снижается. Так разбиение нашего ПО на 2, 3, 4 и 5 модулей снижает суммарное время на разработку до 16,3, 14,7, 13,9 и 13,4 мес.

Рассмотрим применение командного подхода для разработки модульного ПО. Если программисты разрабатывают модули независимо, то часть незаконченного модуля будет утеряна. Однако, член команды, который завершил разработку своего модуля, может начать разработку следующего модуля, не дожидаясь пополнения рядов в лице не безызвестного нам программиста Сидорова. Таким образом, максимальная задержка разработки из-за текучести кадров сократилась до времени, необходимого программисту на разработку дополнительного модуля, независимо от того, когда другой программист покинул команду. Так максимальное время разработки ПО, разделенного на 4 модуля в команде независимых программистов составит на 2 мес. меньше.

В команде с коллективным владением кодом каждый член команды может продолжить незавершенную программу. В результате, задержка разработки из-за текучести кадров сократится дополнительно на время, необходимое программисту на доработку незавершенного модуля.

На основании вышеизложенного можно прийти к заключению, что применение командного подхода к разработке модульного ПО может привести к значительному ускорению разработки ПО. Деление на модули позволяет обеспечить равновесие между последовательной и параллельной разработкой. Различные модули могут разрабатываться в индивидуальном темпе в зависимости от трудности задачи.

Хотелось бы отметить, что вследствие глобального развития информационных технологий число компаний по разработке ПО будет только увеличиваться. Таким образом, работа компании в условиях значительной текучести кадров – это не философские рассуждения на тему повышения эффективности разработки ПО, а суровая реальность повседневной жизни. Предлагаемый подход позволит ускорить процесс разработки ПО. Говоря о преимуществах предлагаемого метода, можно отметить, что он достаточно прост, универсален, хотя эффективность предлагаемого подхода естественно может значительно варьироваться не только в различных компаниях, но даже и в отдельно взятой компании в зависимости от уровня квалификации анализируемого персонала.

Литература

1. Jim Johnson. «Chaos: The Dollar Drain of IT Project Failures. Application Development Trends», January 1995. Standish Group.
2. Григорьева И. Текучесть кадров: www.bonsk.ru
3. Алиев Х.Р. Эффективная модель оценки разработки программного обеспечения. <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2008/030.pdf>
4. Kishida K., Ye Y., Toward an Understanding of the Motivation of Open Source Software Developers. Proc. 25th Int'l Conf. Software Eng., IEEE CS Press, 2003.
5. Lee G., Cole R. «The Linux Kernel Development as a Model of Open Source Knowledge Creation». Haas School of Business, Berkeley, 2000.
6. Mockus A., Fielding R., Herbsleb J. «Two Case Studies of Open Source Software Development: Apache and Mozilla». ACM Trans. Software Eng. and Methodology, 2002. – Vol. 11, N. 3.



Клебанов Андрей Александрович

Год рождения: 1987

Факультет информационных технологий и программирования,
кафедра компьютерных технологий, группа 6538

Направление подготовки:

010500 Прикладная математика и информатика

e-mail: klebanov.andrey@gmail.com

УДК 004.4'242

ПРИМЕНЕНИЕ ШАБЛОНОВ ТРЕБОВАНИЙ ДЛЯ ФОРМАЛЬНОЙ СПЕЦИФИКАЦИИ И ВЕРИФИКАЦИИ АВТОМАТНЫХ ПРОГРАММ

А.А. Клебанов

Научный руководитель – к.т.н. О.Г. Степанов

Автоматное программирование [0] – это метод разработки программного обеспечения (ПО), основанный на расширенной модели конечного автомата. В ряде работ показано, что к автоматным программам хорошо применима верификация на модели (*Model Checking*). При верификации преимуществом автоматного подхода перед традиционными подходами разработки ПО является высокая степень автоматизации, так как в автоматных программах модель поведения задается априори. Однако как при верификации автоматных программ, так и при верификации программ общего вида, существует следующая проблема – необходимость записи формальных требований в виде формул темпоральных логик, работа с которыми достаточно трудоемка и требует значительной математической подготовки. Целью работы являлась разработка единого подхода для решения описанной проблемы.

В работе [2] проблема частично решается использованием контрактов, которые являются более простым формализмом, однако значительно уступают темпоральным логикам в выразительных возможностях.

В настоящей работе был описан подход к записи требований, скрывающий сложность темпоральных логик. Предлагалось записывать требования на подмножестве естественного языка, заданного формальной грамматикой. Грамматика основывалась на наборе шаблонов требований [3] – обобщенном описании (формальном и на естественном языке) часто встречающихся ограничений на допустимые последовательности состояний в модели системы. Таким образом, для каждого полученного требования существует эквивалентная формальная запись, позволяющая осуществить верификацию.

В качестве результатов работы можно выделить следующие положения.

1. Исследован вопрос применимости шаблонов требований для формальной спецификации автоматных программ – из 118 требований (к более 15 программам из 22 источников) 85% записываются при помощи шаблонов (формально доказана эквивалентность).
2. Существующая система шаблонов адаптирована для использования в рамках автоматного подхода.
3. Разработаны формальные грамматики для вывода верифицируемых требований на подмножестве русского и английского языков.
4. Разработана методика записи требований. Для каждого шаблона приведен пример, пошагово иллюстрирующий предложенную методику.

Остается ряд открытых вопросов, которые можно выделить в качестве направлений дальнейших исследований. С теоретической стороны – детальное исследование тех требований, которые не удалось записать при помощи шаблонов. С практической стороны – инструментальная поддержка подхода.

Литература

1. Поликарпова Н.И., Шалыто А.А. Автоматное программирование. – СПб: Изд-во Питер, 2009. – 176 с.
2. Степанов О.Г. Методы реализации автоматных объектно-ориентированных программ. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. СПбГУ ИТМО, 2009.
3. Dwyer M.B., Avrunin G.S., Corbett J.C. Patterns in Property Specifications for Finite-state Verification / Proceedings of the 21st International Conference on Software Engineering. 1999.



Кухтевич Игорь Владимирович

Год рождения: 1986

Факультет точной механики и технологий, кафедра нанотехнологий и материаловедения, группа 6676

Направление подготовки:

200100 Приборостроение.

e-mail: ba@inbox.ru

УДК 543.456+543.421/.424 +543.7/.79

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ОПТИЧЕСКОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ И МИКРОСКОПИИ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВУХФАЗНЫХ И ПОРИСТЫХ СТЕКОЛ

И.В. Кухтевич

Научный руководитель – к.т.н., с.н.с. А.А. Евстапов

Актуальность и практическая ценность данных исследований обусловлена возможностью использования пористых стекол (ПС) в качестве: функциональных элементов для создания микроаналитических био- и хемосенсорных устройств [1]; матриц для синтеза нанокомпозитных материалов [2] и т.д. На данный момент в качестве базовых методов измерения структурных характеристик ПС используют метод адсорбции-десорбции азота и ртутной порометрии. Оба метода требуют значительных временных затрат, после их применения образцы ПС не пригодны для дальнейшего анализа, а метод ртутной порометрии является потенциально опасным. Предложенный в данной работе способ исследования структурных характеристик двухфазных (ДФС) и получаемых из них ПС по изображениям микроскопии высокого разрешения [3] и спектрам пропускания, с обработкой полученных данных при помощи программных средств, позволит сократить время проведения анализа, получить информацию о структуре не только ПС, но и ДФС, а также отказаться от использования опасных веществ при измерениях.

Целью данной работы являлось получение информации о структуре образцов стекол, которая позволит осуществлять направленный выбор режимов создания наноструктурированных ПС с заданными параметрами. Основные задачи: получение изображений образцов стекол методами высокоразрешающей микроскопии; измерение спектров пропускания образцов и анализ данных при помощи специальных программных средств.

В работе было проведено изучение стекол методом просвечивающей электронной микроскопии [4], методом конфокальной лазерной сканирующей микроскопии [5], методом оптической спектрофотометрии и методом взвешивания. Полученные данные были обработаны и проанализированы с использованием специальных программ, разработанных в среде MatLab, что позволило определить оценки для спектров светопропускания образцов, объема и среднего диаметра нестойкой фазыДФС, пористости и среднего диаметра пор ПС, выявить информацию о фазовом состоянии вДФС.

Совокупность экспериментальных данных и информации полученной в результате анализа специальными программами, позволит оптимизировать технологический процесс создания наноструктурированных ПС с требуемыми параметрами для задач аналитического приборостроения и синтеза нанокompозитных материалов.

Литература

1. Khandurina J., Guttman A. Bioanalysis in microfluidic devices // Journal of Chromatography A 943(2). 2002. – P. 159–83.
2. Enke D., Janowski F., Schwieger W. Porous glasses in the 21st century – a short review. // Microporous and Mesoporous Materials. 2003. – V. 60, N. 1. – P. 19.
3. Кухтевич И.В., Антропова Т.В. Оценка параметров структуры двухфазных стекол по изображениям, полученным методом просвечивающей электронной микроскопии // Физика и химия стекла. 2009. – Т. 35, № 6. – С. 899–903.
4. Kukhtevich I.V., Antropova T.V., Anfimova I.N., Evstrapov A.A., Dozdova I.A. Study of the phase-separated and nanoporous borosilicate glasses by high resolution microscopy images // Physics and Chemistry of Glasses. 2010 (в печати).
5. Кухтевич И.В., Евстапов А.А. Статистический анализ структуры нанопористых стекол по изображениям, полученным методом конфокальной сканирующей лазерной микроскопии // Научно-технический вестник. 2010 (в печати).

**Сергаева Ольга Николаевна**

Год рождения: 1988

Инженерно-физический факультет, кафедра лазерных технологий и экологического приборостроения, группа 6245

Направление подготовки:

200200 Опотехника.

e-mail: olgasergayeva@rambler.ru**УДК 538.95****ДЕЙСТВИЕ ФЕМТОСЕКУНДНЫХ ЛАЗЕРНЫХ ИМПУЛЬСОВ НА МАТЕРИАЛЫ С УЧЕТОМ ПОТЕРЬ НА ЭМИССИЮ ЭЛЕКТРОНОВ****О.Н. Сергаева****Научный руководитель – д.т.н., профессор Е.Б. Яковлев**

В последнее время в связи с развитием лазерных технологий возрастает интерес к процессам, происходящим при воздействии ультракоротких лазерных импульсов на вещество [1, 2], однако, экспериментальные исследования и аналитическое описание таких процессов вызывают трудности. В такой ситуации огромные возможности открывает применение численных методов [3].

В работе было проведено исследование воздействия фемтосекундных лазерных импульсов на металлы с учетом фото- и термоэлектронной эмиссии и плавления.

При нагревании металлов происходит диффузия свободных электронов из глубины материала к поверхности, а затем их эмиссия [1]. Эмитируемые электроны уносят часть энергии, запасенной в электронной подсистеме, тем самым уменьшая ее температуру, и в конечном итоге температуру тела в целом. Температуры электронов и решетки рассчитываются в соответствии с двухтемпературной моделью, изменение концентрации электронов во времени описывается уравнением диффузии, учитываются зависимости оптических и теплофизических характеристик металла от температуры и концентрации электронов. Эмиссия электронов приводит к возникновению в приповерхностных слоях электрического поля, приводящего к кулоновскому взрыву.

Большой интерес представляет процесс лазерного плавления ультракороткими импульсами. С помощью вакансионной модели плавления [2] можно однозначно объяснить основные особенности лазерного плавления, поэтому эта модель была выбрана для численного моделирования. В полной постановке задача о плавлении металла фемтосекундным лазерным импульсом включает уравнения теплопроводности и уравнение диффузии вакансий.

Была поставлена и численно решена задача о влиянии фото- и термоэмиссии на нагревание и разрушение металлов, предложена методика оценки сечений многофотонного поглощения в металлах исходя из известного коэффициента поглощения и концентрации свободных электронов. На основе анализа вакансионной модели плавления показано, что при воздействии ультракоротких лазерных импульсов на металлы плавление протекает после окончания лазерного импульса при температурах больших температуры плавления, когда становится необходимым учитывать затраты энергии на процессы абляции. Соответствие полученных результатов экспериментальным данным из литературы подтверждает возможность применения численных методов и предложенных моделей для описания процессов, происходящих при воздействии фемтосекундных лазерных импульсов.

Литература

1. Rethfeld B., Kaiser A., Vicanek M., Simon G. Ultrafast dynamics of nonequilibrium electrons in metals under femtosecond laser irradiation // Phys. Rev. B. – 2002. – Vol. 65. – P. 214303–214313.
2. Вейко В.П., Яковлев Е.Б., Особенности плавления металлов при лазерном нагревании.// Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО. – 2005. – Вып. 21: Актуальные проблемы современных оптико-информационных систем и технологий. – С. 52–57.
3. Вабищевич П.Н., Самарский А.А. Вычислительная теплопередача. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 784 с.



Волынский Максим Александрович

Год рождения: 1987

Факультет фотоники и оптоинформатики, кафедра
компьютерной фотоники и видеоинформатики, группа 6352

Направление подготовки:

200600 Фотоника и оптоинформатика

e-mail: maxim.volynsky@gmail.com

УДК 681.787: 517.977

КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ В ОПТИЧЕСКОЙ КОГЕРЕНТНОЙ ТОМОГРАФИИ

М.А. Волынский

Научный руководитель – д.т.н., профессор И.П. Гуров

Исследование было направлено на повышение разрешающей способности и быстродействия системы широкопольной оптической когерентной томографии (ОКТ) [1] на основе микроинтерферометра Линника. В ходе исследования решались следующие задачи: формализация структуры системы ОКТ; рассмотрение функциональности блока обработки; выбор, исследование и модификация алгоритмов обработки данных; исследование особенностей визуализации данных в системе ОКТ; разработка программного обеспечения для системы ОКТ.

В работе предложена формализованная схема системы широкопольной ОКТ и рассмотрены основные блоки этой системы. При реализации блока обработки предложено использование трехуровневой гибридной схемы фильтрации, состоящей из удаления фоновой составляющей с помощью рекурсивного фильтра Бесселя нижних частот, оценки амплитуды или параметров модели амплитуды с помощью модификации расширенного фильтра Калмана [2, 3] с регуляризацией Лапласа-Бельтрами и рекурсивной противосвертки с корреляционной функцией излучения с регуляризацией Тихонова в качестве постобработки. Были проведены исследования специфики функционирования предлагаемых алгоритмов применительно к сигналам ОКТ и сформулированы рекомендации по использованию и настройке блока обработки.

В целях улучшения системы визуализации предложен и численно проверен метод управления видностью интерференционных полос, а также показана возможность получения цветных томограмм.

Полученные теоретические результаты реализованы в оригинальном комплексе программ «ОСТ Lab» на языке C++.

В работе часть результатов была получена впервые. В частности, предложено использовать гибридный трехуровневый алгоритм фильтрации; исследованы динамика коэффициента усиления расширенного фильтра Калмана применительно к выделению огибающей сигнала на одном периоде сигнала; показана зависимость СКО оценки огибающей от количества отсчетов на периоде сигнала; рассмотрена статистика ошибок, возникающих из-за линеаризации уравнения наблюдения в фильтре Калмана; использована регуляризация Лапласа-Бельтрами применительно к оценке параметров интерференционного сигнала малой когерентности; реализована и исследована рекурсивная противосвертка *A*-скана с корреляционной функцией излучения с регуляризацией Тихонова; показана возможность управления видностью интерферограмм.

Предложенный вариант реализации блока обработки для системы широкопольной ОКТ позволяет повысить быстродействие системы и точность результатов по сравнению с известными ранее алгоритмами. Дальнейшие исследования целесообразно направить на более детальное исследование алгоритмов обработки данных с целью возможной автоподстройки входных параметров и выбора модели системы, на основе, накопленной в процессе измерений информации.

Литература

1. Fercher A.F., Drexler W., Hitzinger C.K., Lasser T. Optical coherence tomography – principles and applications // Rep. Prog. Phys. 2003. – V. 66. – P. 239–303.
2. Kalman R.E. A new approach to linear filtering and prediction problems // Trans. ASME, J. Basic Eng. 1960. – V. 82. – P. 35–45.
3. Gurov I., Ermolaeva E., Zakharov A. Analysis of low-coherence interference fringes by the Kalman filtering method // J. Opt. Soc. Amer. A. 2004. – V. 21. – P. 242–251.



Семьина Светлана Алексеевна

Год рождения: 1987

Факультет фотоники и оптоинформатики, кафедра оптики
квантоворазмерных систем, группа 6354

Направление подготовки:

200600 Фотоника и оптоинформатика

e-mail: semina.svetlana@mail.ru

УДК 547.97:535.8; 541.147

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРИРОВАНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ФОТОПОЛИМЕРИЗУЕМЫХ КОМПОЗИТОВ

С.А. Семьина

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Ю.Э. Бурункова

В настоящее время традиционные материалы, такие как полимеры, стекла, монокристаллы исчерпали потенциал развития. Дальнейшее их улучшение, в частности возможность комбинирования различных свойств полимеров и монокристаллов в одном материале весьма перспективна и может быть решена только методами наноструктурирования, т.е. совмещения двух компонентов в композиции не на

молекулярном уровне, а в виде наночастиц [1]. Такие комбинированные свойства не выполнимы для однокомпонентных материалов, поскольку их свойства отражают внутреннюю молекулярную структуру. Другая задача наноструктурирования – модификация полимеров, стекол, металлов путем введения в них наночастиц, являющихся центрами структурирования или заполняющих внутренний объем материала. В связи с этим появился огромный интерес к созданию и исследованию свойств гибридных материалов. Гибридные материалы – материалы, со сравнимыми концентрациями матрицы и наномодификатора, между которыми существует сильное взаимодействие. Они представляют собой полимерную матрицу и вводимые в нее неорганические [2] или органические наномодификаторы [3, 4].

Направлением работы было исследование структурообразующих свойств наночастиц, введенных в полимерную матрицу, и поиск путей повышения совместимости наночастиц с полимером.

Задачи работы: 1) исследование структурообразования нанокомпозита в зависимости от концентрации вводимых наночастиц (ZnO , SiO_2) при использовании поверхностно активного полимерного материала (2 карбоксиэтил акрилат/ бисфенол-а-глицеролат (70/30)); 2) разработка синтеза наночастиц ZnS со свободной поверхностью, обеспечивающего отсутствие адсорбированной воды на их поверхности с целью повышения совместимости наночастиц с полимером; 3) получение гомогенных нанокомпозитов и исследование их оптических (показатель преломления, светорассеяние, оптическое пропускание) и структурно-зависимых (жесткость, твердость и влагопоглощение) свойств.

На основе разработанного оптического нанокомпозита с наполнением наночастицами ZnO и SiO_2 были получены методом глубокой литографии структуры с высоким форматным отношением [5], перспективные для MEMS и микрооптики.

В работе были исследованы оптически однородные нанокомпозиты, гомогенность которых определяется наличием структурообразования на поверхности введенных наночастиц, что приводит к их равномерному распределению в материале и повышению его плотности упаковки. В качестве визуального подтверждения представлены микрофотографии пленок полученных нанокомпозитов.

Литература

1. Todd R. Williams, Igor Yu. Denisyuk, Julia E. Burunkova Filled polymers with high nanoparticles concentration – synthesis, optical and rheological proprieties // Journal of Applied Polymer Science // Published Online: 5 Jan 2010.
2. Peng Liu, Tingmei Wang Poly(hydroethyl acrylate) grafted from ZnO nanoparticles via surface-initiated atom transfer radical polymerization // Current Applied Physics 8. 2008. – P. 66–70.
3. Ванников А.В., Гришина А.Д. Фоторефрактивные полимерные наноматериалы // Материаловедение. – № 5. – 2007.
4. Помогайло А.Д. Полимерный золь-гель синтез гибридных нанокомпозитов // Коллоидный журнал. – Т. 67, № 6. – 2005.
5. Денисюк И.Ю., Бурункова Ю.Э., Фокина М.И., Ворзобова Н.Д., Булгакова В.Г. Формирование микроструктур с высоким форматным отношением в результате самофокусировки света в фотополимерном нанокомпозите // Оптический журнал. – №10. – 2008.

**Цыпкин Антон Николаевич**

Год рождения: 1986

Факультет фотоники и оптоинформатики, кафедра фотоники и оптоинформатики, группа 6350

Направление подготовки:

200600 Фотоника и оптоинформатика

e-mail: tsyarkinan@mail.ru

УДК 535.2

**СПОСОБ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ КВАЗИДИСКРЕТНЫМ
СПЕКТРАЛЬНЫМ СУПЕРКОНТИНУУМОМ
СО СКОРОСТЯМИ СВЫШЕ 10 Тб/с****А.Н. Цыпкин****Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор С.А. Козлов**

Работа содержит решение проблем, не предусмотренных учебной деятельностью.

На данный момент в мире встал вопрос об увеличении скорости передачи данных. Использование TDM (Time Division Multiplexing) и WDM (Wavelength Division Multiplexing) систем [1] помогает решать эту проблему. Однако эти системы также скоро исчерпают свои возможности. Одним из вариантов решения данной проблемы, стало использование фемтосекундных импульсов. На их основе разрабатываются так называемые солитонные линии.

Целью данной работы была разработка способа передачи информации квазидискретным спектральным суперконтинуумом со скоростями свыше 10 Тб/с, который получается при интерференции фемтосекундных импульсов с линейной фазовой модуляцией. В работе также экспериментально исследовано получение квазидискретного спектрального суперконтинуума двумя способами: с помощью интерферометра Фабри-Перо и интерферометра Майкельсона, управление его параметрами.

В ходе работы было теоретически показано, что в результате интерференции двух фемтосекундных импульсов с линейной фазовой модуляцией может образовываться последовательность сверхкоротких импульсов, центральная частота каждого из которых несколько отличается от частоты предыдущего. Частота повторения импульсов в последовательности зависит от коэффициента фазовой модуляции и временной задержки между импульсами. Указанная последовательность имеет квазидискретный спектр, при этом каждому компоненту спектра излучения соответствует конкретный импульс в последовательности. Искажение спектрального компонента (например, его подавление с помощью управляемого поглощающего фильтра) приводит к искажению (подавлению) конкретного импульса в последовательности, что открывает возможность получения управляемой последовательности фемтосекундных импульсов, длительность каждого из которых может составлять лишь несколько периодов колебания световой волны. Это свойство может быть использовано для кодирования информации с частотой до 100 ТГц.

В работе показано, что квазидискретный спектральный суперконтинуум получается также в результате прохождения через интерферометр Фабри-Перо. Частота повторения в квазидискретном спектре и в этом случае зависит от временной задержки между внутренними зеркалами интерферометра. Использование этого

квазидискретного спектрального суперконтинуума также возможно в кодировании и передачи данных.

В работе было экспериментально показано, что после прохождения спектрального суперконтинуума через интерферометр Фабри-Перо, образуется квазидискретный спектр. Показано, что частота повторения пиков в дискретном спектре зависит от временной задержки между внутренними зеркалами интерферометра.

В работе была экспериментально исследована интерференция спектральных суперконтинуумов. Спектральные суперконтинуумы были получены в МС-38 в области нормальной групповой дисперсии волновода. Показано, что в результате интерференции возникает квазидискретный спектральный суперконтинуум. Увеличение частоты повторения пиков в квазидискретном спектре связано с временной задержкой, чем больше задержка, тем больше частота.

Литература

1. Andre Girard. Сравнение технологий TDM и WDM // EXFO, 2001.

**ЛАУРЕАТЫ КОНКУРСА УНИВЕРСИТЕТА
(ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСА ФАКУЛЬТЕТОВ)
НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ
ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
МАГИСТРОВ СПбГУ ИТМО**

Шерстобитова Александра Сергеевна

Год рождения: 1987

Инженерно-физический факультет, кафедра твердотельной оптоэлектроники,
группа 6244

Направление подготовки:

140400 Техническая физика

e-mail: ashev87@mail.ru

УДК 543.424: 535.346.1: 661.728

**ПРИМЕНЕНИЕ ОПТИКО-СПЕКТРАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ
ПРОЦЕССОВ ХЛОРНОЙ ОТБЕЛКИ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ**

А.С. Шерстобитова

Научный руководитель – д.т.н., профессор А.Д. Яськов

Работа содержит решение проблем, не предусмотренных учебной деятельностью.

Оптико-спектральные технологии представляют значительный интерес для отбельных производств целлюлозно-бумажной промышленности, использующей хлорсодержащие белящие реагенты. Алгоритмы дозировки хлорсодержащего отбеливателя, используемые в оптико-спектральных датчиках, основаны на измерении параметра белизны B [1]. Поэтому цели настоящей работы заключались в исследовании оптических свойств целлюлозы в процессе ее хлорирования, анализе результатов использования оптико-спектрального датчика белизны в условиях реального производства, установлении и апробировании алгоритма дозирования белящего реагента – хлора.

Вначале исследовалось влияние концентрации хлора и времени хлорирования на спектры диффузного отражения целлюлозы. Эксперимент проводился посредством лабораторного спектрометра. На основании экспериментальных зависимостей была найдена точка, соответствующая оптимальной концентрации хлора для отбеливания целлюлозной массы. Для проверки алгоритма дозировки хлора был разработан оптико-спектральный технологический датчик белизны.

Датчик состоял из погружаемого зонда, блока электронной системы сбора и обработки данных и электронного блока на пульте управления цехом. Зонд устанавливался в поток отбеливаемой целлюлозы через шаровой затвор. Излучателем служила галогенная лампа накаливания. Для сбора отраженного излучения использовался трехколлекторный волоконно-оптический жгут. Каждый коллектор имел свой оптический фильтр, формируя независимый канал измерений на трех длинах волн: 457 нм, 600 нм и 1000 нм. В качестве приемников излучения применялись фотодиоды серии ФДУК-7 и ФД-4АГ. Производственные испытания оптико-спектрального технологического датчика производились в отбельном цехе на Котласском целлюлозно-бумажном комбинате. После испытаний на основании показаний датчика белизны были проведены исследования влияния концентрации хлора и его подачи на белизну целлюлозной массы с различной исходной жесткостью. Все данные были разбиты на несколько групп и проанализированы. В результате были найдены оптимальные концентрации хлора для отбеливания целлюлозы. Общие закономерности влияния хлорирования на оптические свойства целлюлозы подтвердились результатами пробных отбелок, которые производили только на основании показаний датчика белизны.

В заключение был проведен сопоставительный анализ спектров диффузного отражения целлюлозы $R(\lambda)$ в видимом диапазоне длин волн и данных спектральных измерений в ультрафиолетовом диапазоне коэффициентов пропускания $T(\lambda)$

фильтратов водных растворов, полученных при промывке беленой целлюлозы. Измерения проводились с помощью спектрометра для ультрафиолетовой части спектра. Анализ был проведен в соответствии с теорией Кубелки-Мунка [2].

В результате проведенных исследований была разработана и апробирована технология дозирования белящего реагента – хлора. Эта технология позволяет почти полностью исключить действие на результаты отбеливания изменения концентрации хлорируемой массы, а также снижения прозрачности входного окна оптического датчика. Другим преимуществом является отсутствие необходимости дополнительных калибровок измерительного тракта. В дальнейшем предполагается упростить конструкцию оптико-спектрального датчика и оставить в нем только один канал измерений на длинах волн в фиолетово-синей области спектра.

Литература

1. Karjalainen P. Pulp brightness controlled with new Coram analyzer. / P. Karjalainen, M. Ojala // Pulp and paper international. – 1972. – № 11. – P. 52–54.
2. Джадд Д.Г. Цвет в науке и технике / Д. Джадд, Г. Вышецки. – М.: Мир, 1978. – 592 с.: ил.

Атлыгина Юлия Валентиновна

Год рождения: 1987

Факультет оптико-информационных систем и технологий, кафедра прикладной и компьютерной оптики, группа 6301

Направление подготовки:

200200 Опотехника

e-mail: atlygina_julia@inbox.ru

УДК 535.417

ПАРАЗИТНОЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАНИЕ ТОНКИХ ПЛЕНОК ХАЛЬКОГЕННОГО СТЕКЛООБРАЗНОГО ПОЛУПРОВОДНИКА В ПРОЦЕССЕ ПОЛУЧЕНИЯ ТОНКОСЛОЙНЫХ РЕЛЬЕФНО-ФАЗОВЫХ ГОЛОГРАММ

Ю.В. Атлыгина

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

В настоящее время все больше голограммных оптических элементов (ГОЭ) разрабатывается для использования в ультрафиолетовой (УФ) области спектра. Это является причиной исследования их изображающих свойств в этой области длин волн и изучения параметров паразитной, т.е. не связанной с основной голограммной структурой, модуляции их оптических характеристик. Особенно актуальна эта задача для отражательных рельефно-фазовых (РФ) ГОЭ, за счет большой их распространенности и легкости тиражирования.

На данный момент в литературе нет сведений о паразитной структуризации их поверхности в процессе формирования пленок, их экспонирования и фотохимической обработки. Выявление основных закономерностей паразитной наноструктуризации поверхности пленок халькогенидного стеклообразного полупроводника (ХСП) в процессе регистрации на них отражательных рельефно-фазовых голограммных элементов и последующей их обработки являлось целью данной работы. Для ее достижения было необходимо решение следующих задач: 1) разработка метода оценки шероховатости поверхности рельефно-фазовых ГОЭ; 2) определение коротковолновой

границы применимости РФ голограммных элементов, полученных на тонких пленках ХСП.

В ходе экспериментального исследования наноструктуризации пленок ХСП с помощью сканирующего зондового микроскопа Solver P47 с минимальным шагом сканирования 0,0004 нм [1], был выявлен кластерный характер поверхности и зависимость шероховатости получаемых голограммных структур от параметров экспонирования и последующей фотохимической обработки [2].

Данные, полученные в ходе экспериментов, оценивались с помощью программного комплекса микроскопа Solver, обладающего следующими недостатками: невозможность усреднения данных по площади (согласно ГОСТ 2789-73 лишь по базовой линии) и невозможность учесть регулярную «волнистую» структуру образца.

Устранение влияния регулярной структуры ГОЭ на параметры шероховатости его поверхности обеспечивалось путем выбора базовых линий, ориентированных вдоль «вершинок» голограммной структуры [2]. Этот вариант позволил учесть регулярную структуру ГОЭ, но требовал последующего ручного усреднения полученных данных по площади.

Для упрощения аттестации был предложен новый метод оценки шероховатости поверхности рельефно-фазовых ГОЭ. Суть метода: получение данных с помощью микроскопа, определение усредненной по площади формы профиля рельефа, вычисление усредненных по поверхности значений шероховатости поверхности и последующий расчет граничной длины волны применимости ГОЭ.

Основные результаты работы можно сформулировать в следующих выводах.

1. Выявлены основные закономерности паразитной наноструктуризации поверхности пленок ХСП: кластерный характер поверхности; вид зависимости шероховатости от высоты рельефа; наличие коротковолновой границы применимости.
2. Определена коротковолновая граница применимости ХСП, равная 80 нм, что говорит о возможности использования пленок в УФ области спектра.
3. Разработан новый метод оценки шероховатости поверхности рельефно-фазовых ГОЭ и программный модуль для реализации метода.

Литература

1. Платформа СОЛБЕР: СОЛБЕР P47-PRO [Электронный ресурс] / Приборостроение для нанотехнологии. – Электрон. дан. – М., [200–]. – Режим доступа: <http://www.ntmdt.ru/device/solver-p47-pro>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
2. Корешев С.Н., Ратушный В.П. Голографическая фотолитография на основе тонких плёнок халькогенидного стеклообразного полупроводника // Оптический журнал, 2007. – Т.74, №7. – С. 80–85.

Моисеева Мария Игоревна

Год рождения: 1987

Факультет компьютерных технологий и управления, кафедра информатики и
прикладной математики, группа 6125Направление подготовки:

230100 Информатика и вычислительная техника

e-mail: mim14@mail.ru**УДК 004.021****РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА АНАЛИТИЧЕСКОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ****М.И. Моисеева****Научный руководитель – д.т.н., профессор А.В. Демин**

Целью исследования было разработать человеко-машинный алгоритм аналитического представления количественных экспериментальных данных для предсказания значений одной переменной по известным значениям другой. С использованием разработанного алгоритма необходимо было решить задачу оценки коэффициента пропускания атмосферы τ_a на основе известных экспериментальных данных для двух спектральных диапазонов – [3; 5,2] и [8; 14] мкм. Решение этой задачи позволит уменьшить количество измерительных систем, устанавливаемых в настоящее время на борт космического аппарата для проведения дистанционного зондирования Земли.

Задача аналитического представления экспериментальных данных заключалась в получении выражения вида $y_i = f(x_i, \theta) + \varepsilon_i$, где ε_i – ошибка; θ – массив параметров. Исходные данные (x_i, y_i) могли быть представлены таблично или графически. Вид функциональной зависимости $f(x_i, \theta)$ мог быть неизвестен или описывался сложной совокупностью физических законов.

Алгоритм аналитического представления эмпирических данных состоял из следующих этапов: первичная обработка и исследование данных; установление величины допустимого процента отклонений результатов, от исходных данных; выбор метода приближения [1]; подбор структуры аналитической зависимости; вычисление оптимальных значений параметров выбранной структуры; проверка приемлемости полученного решения.

Задача оценки коэффициента пропускания атмосферы τ_a решалась на основе известных из литературы [2, 3] значений экспериментальных данных, полученных при различных величинах дальности видимости и для различных климатических зон. Вид аналитического выражения для описания данных для диапазона [3; 5,2] и [8; 14] мкм выбирался отдельно, в форме совокупности нескольких функций. В результате решения были получены расчетные формулы $\tau_a = f(\lambda)$, инвариантные относительно дальности видимости, для пяти климатических зон. Однако, чтобы заменить измерительные системы на борту космического аппарата, необходимо получить единую формулу $\tau_a = f(\lambda) \times f(\varphi, \xi)$, содержащую помимо постоянной спектральной компоненты $f(\lambda)$ – поправочную компоненту $f(\varphi, \xi)$ для учета текущих географических и климатических условий.

Направлением дальнейших исследований будет являться расширение алгоритма до многофакторного случая; поиск расчетных формул для коэффициента пропускания

атмосферы для других спектральных диапазонов; изучение проблемы оценки достоверности получаемых аналитических представлений.

Литература

1. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. – М.: Физматлит, 2006. – 816 с.
2. Справочник по инфракрасной технике / Ред. У. Волф, Г. Цисис. Т. 1. Физика инфракрасного излучения: пер. с англ. – М.: Мир, 1995. – 606 с. ил.
3. Ллойд Дж. Системы тепловидения: пер. с англ. – М.: Мир, 1978. – 417 с.

Соколова Юлия Андреевна

Год рождения: 1987

Естественнонаучный факультет, кафедра высшей математики, группа 6742

Направление подготовки:

010500 Прикладная математика и информатика

e-mail: Julia-sokolova6@yandex.ru

УДК 517.938

ЯВНОЕ РЕШЕНИЕ МОДЕЛИ ДВУХ ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ ЧАСТИЦ, НАХОДЯЩИХСЯ В ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ЯМЕ

Ю.А. Соколова

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор И.Ю. Попов

В работе была рассмотрена модель двух взаимодействующих частиц, находящихся в потенциальной яме, найдено точное решение спектральной задачи и получено приближенное решение методом Хартри-Фока. Вопрос решения системы интегро-дифференциальных уравнений, полученных в результате метода самосогласованного поля, часто оказывается гораздо сложнее самого решения приближенным методом, поэтому его оставляют за рамками рассмотрения. В работе [1] проведено сравнение соответствующего приближенного решения и явного решения для случая точечных потенциалов. Показано, что метод самосогласованного поля дает плохое приближение в случае малого количества частиц. Поэтому часть работы была посвящена именно оценке приближений, полученных методом Хартри-Фока, и сравнению их с точным решением системы взаимодействующих посредством параболического потенциала частиц, находящихся в параболической потенциальной яме.

Исследуем модель с параболическим потенциалом взаимодействия между частицами.

$$\hat{H} f = -\frac{\partial^2}{\partial x^2} f - \frac{\partial^2}{\partial y^2} f + x^2 f + y^2 f + \lambda(x-y)^2 f = E f.$$

Найдем точное и приближенное решения такой системы. Для поиска собственных функций и собственных значений применим метод самосогласованного поля, в результате которого была получена система интегро-дифференциальных уравнений для одночастичных волновых функций.

$$\begin{cases} \hat{H}_1 \psi_1(x) + U_{2,2} \psi_1(x) \pm U_{2,1} \psi_2(x) = E_1 \psi_1(x) \\ \hat{H}_2 \psi_2(y) + U_{1,1} \psi_2(y) \pm U_{1,2} \psi_1(y) = E_2 \psi_2(y), \end{cases}$$

где $U_{2,2} = \int \psi_2^*(y) \hat{H}_{12} \psi_2(y) dy$ – интегралы, учитывающие энергию первой частицы в
 $U_{1,1} = \int \psi_1^*(x) \hat{H}_{12} \psi_1(x) dx$

усредненном поле второй и второй частицы в усредненном поле первой,

соответственно; $U_{2,1} = \int \psi_2^*(y) \hat{H}_{12} \psi_1(y) dy$ – обменные интегралы, учитывающие
 $U_{1,2} = \int \psi_1^*(x) \hat{H}_{12} \psi_2(x) dx$

корреляцию в движении частиц.

Эту систему было предложено искать методом последовательных итераций, в ходе которого ищется сначала нулевое приближение собственных функций:

$$\begin{cases} \hat{H}_1 \psi_1(x) + \lambda x^2 \psi_1(x) = -\frac{\partial^2}{\partial x^2} \psi_1(x) + (1+\lambda)x^2 \psi_1(x) = E_1 \psi_1(x) \\ \hat{H}_2 \psi_2(y) + \lambda y^2 \psi_2(y) = -\frac{\partial^2}{\partial y^2} \psi_2(y) + (1+\lambda)y^2 \psi_2(y) = E_2 \psi_2(y). \end{cases}$$

Решение такой системы считается нулевым приближением:

$$\begin{cases} E_{1n}^{(0)} = 2\sqrt{1+\lambda} \left(n + \frac{1}{2} \right) \\ E_{2m}^{(0)} = 2\sqrt{1+\lambda} \left(m + \frac{1}{2} \right) \end{cases} \text{ – собственные значения;}$$

$$\begin{cases} \psi_{1n}^{(0)}(x) = e^{-\frac{x^2 \sqrt{1+\lambda}}{2}} H_n(x^4 \sqrt{1+\lambda}) \\ \psi_{2m}^{(0)}(y) = e^{-\frac{y^2 \sqrt{1+\lambda}}{2}} H_m(y^4 \sqrt{1+\lambda}) \end{cases} \text{ – собственные функции нулевого приближения.}$$

Найденное решение подставляется в исходное уравнение для поиска первого приближения волновых функций.

$$\begin{aligned} & \left(-\frac{\partial^2}{\partial x^2} + (1+\lambda)x^2 \right) \psi_1^{(1)}(x) - 2\lambda x \int \psi_{2m}^{(0)}(y) y \psi_{2m}^{(0)}(y) dy \psi_1^{(1)}(x) + \\ & + \lambda \int \psi_{2m}^{(0)}(y) y^2 \psi_{2m}^{(0)}(y) dy \psi_1^{(1)}(x) \pm \\ & \pm \int \psi_{2m}^{(0)}(y) \lambda (x-y)^2 \psi_1^{(1)}(y) dy \psi_{2m}^{(0)}(y) = E_1^{(1)} \psi_1^{(1)}(x) \\ & \left(-\frac{\partial^2}{\partial y^2} + (1+\lambda)y^2 \right) \psi_2^{(1)}(y) - 2\lambda y \int \psi_{1n}^{(0)}(x) x \psi_{1n}^{(0)}(x) dx \psi_2^{(1)}(y) + \\ & + \lambda \int \psi_{1n}^{(0)}(x) x^2 \psi_{1n}^{(0)}(x) dx \psi_2^{(1)}(y) \pm \\ & \pm \int \psi_{1n}^{(0)}(x) \lambda (x-y)^2 \psi_2^{(1)}(x) dx \psi_{1n}^{(0)}(y) = E_2 \psi_2^{(1)}(y). \end{aligned}$$

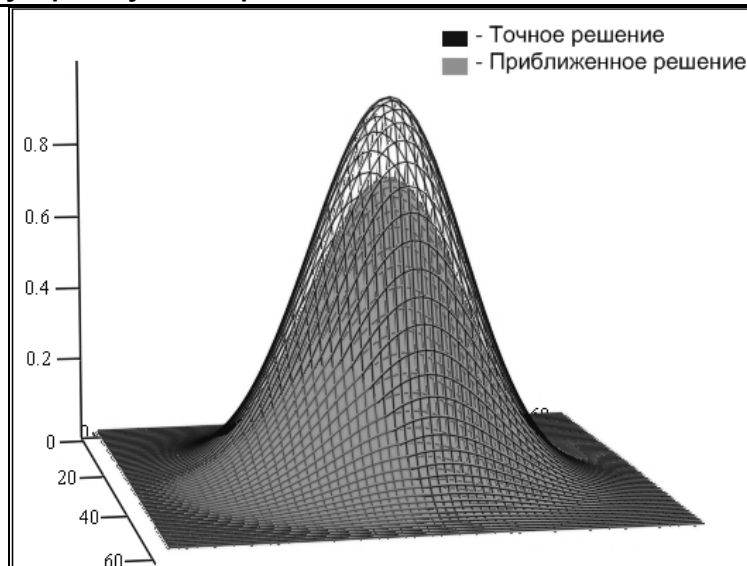


Рисунок. График сравнения соответствующего точного и приближенного решения

В результате работы получены численные выражения для собственных функций первого приближения, отвечающих энергии основного состояния. Приведен график (рисунок) сравнения соответствующего точного и приближенного решения, который показывает, что метод Хартри-Фока в случае малого количества частиц имеет достаточно большую погрешность, особенно при вычислении полной энергии системы частиц.

Волновая функция точного решения:

$$F(x, y) = e^{\frac{-0.7071(x-y)^2 - 0.5(x+y)^2}{\sqrt{\pi}}}.$$

Волновая функция приближенного решения:

$$G(x, y) = 0.79295 \cdot e^{-0.61237x^2 - 0.61237y^2}.$$

Литература

1. Calogero F. Comparison between the exact and Hartree solutions of a one-dimensional many-body problem // Phys. Rev, 1975. – V.11, N.1.
2. Sutherland B. Beautiful Models: 70 Years of Exactly Solved Quantum Many-Body Problems, World Scientific, Singapore, 2004.
3. Martin Hallnas, Edwin Langmann Explicit formulas for the eigenfunctions of the N-body Calogero model, 2005.
4. Китаев А., Шень А., Вялый М. Классические и квантовые вычисления. – М.: МЦНМО, 1999.
5. Бете Г. Квантовая механика. – М.: Мир, 1965.

Попп Андрей Викторович

Год рождения: 1987

Естественнонаучный факультет, кафедра высшей математики, группа 6742

Направление подготовки:

010500 Прикладная математика и информатика

e-mail: 8mayday@gmail.com**УДК 532.5.032****АСИММЕТРИЧНОЕ ТЕЧЕНИЕ СТОКСА В ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ
ПОД ДЕЙСТВИЕМ РОТЛЕТА****А.В. Попп****Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор И.Ю. Попов**

Течениями Стокса наука занимается довольно давно, но, несмотря на это, неосесимметричные течения так и не были хорошо изучены. В работах [1, 2] представлены решения для таких течений, соответственно, между двумя бесконечными плоскостями и внутри сферы. В работе было предложено решение для неосесимметричного ползущего течения вязкой несжимаемой жидкости внутри цилиндра под действием ротлета, которое получено в аналитической форме.

Уравнения, описывающие ползущее течение вязкой несжимаемой жидкости, это уравнение Стокса и уравнение неразрывности

$$\nabla p = \nabla^2 q, \quad (\nabla \cdot q) = 0.$$

Ротлет расположен внутри цилиндра в начале координат, и вектор момента вращения ориентирован перпендикулярно стенкам цилиндра. Таким образом, модель не обладает осевой симметрией, и описать её, используя только одну функцию тока, невозможно.

Если рассмотреть следующее разложение поля скоростей

$$q = \nabla \times \left(\left(\nabla \times \frac{A}{\rho} \hat{k} \cos \phi \right) + \frac{B}{\rho} \hat{k} \sin \phi \right),$$

где A , B – скалярные функции, то уравнение неразрывности удовлетворяется автоматически, и после подстановки этого выражения в уравнение Стокса, получаем следующие условия на функции A и B :

$$E^2 A = 0, \quad E B = 0,$$

где E – оператор Стокса

$$E = \frac{\partial^2}{\partial z^2} + \frac{\partial^2}{\partial \rho^2} - \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial \rho}.$$

В работе были получены решения данных уравнений в аналитической форме, а значит и аналитическое представление поля скоростей для данной модели течения.

Литература

1. Hackborn W.W. Asymmetric Stokes flow between parallel planes due to rotlet. J. Fluid Mech., 1990. – Vol. 218. – P. 531–546.
2. Shail R. A note on some asymmetric stokes flows within a sphere. Q.J. Mech. and Appl. Math., 1987. – Vol. 40. – P. 223–233.
3. Хаппель Дж., Бреннер Г. Гидродинамика при малых числах Рейнольдса. – М.: Мир, 1976.

Егоров Кирилл Викторович

Год рождения: 1987

Факультет информационных технологий и программирования, кафедра компьютерных технологий, группа 6538

Направление подготовки:

010500 Прикладная математика и информатика

e-mail: egorovk@rain.ifmo.ru

УДК 004.4'242

**СОВМЕСТНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ
И ВЕРИФИКАЦИИ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТОВ
УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМАМИ СО СЛОЖНЫМ ПОВЕДЕНИЕМ**

К.В. Егоров

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

Существуют различные способы построения автоматных программ [1]. Однако чаще всего их строят эвристически. Известен ряд методов, позволяющих строить такие программы автоматически на основе обучающих тестовых примеров [2]. Но, как известно, тесты не могут являться критерием правильности программы, и они требуют дополнительных проверок. Еще одним недостатком является то, что с помощью тестов не всегда можно описать все варианты поведения. В тех случаях, когда это возможно, такое описание оказывается очень громоздким, а в случае обнаружения ошибки, необходимо вручную модифицировать автомат управления или использовать дополнительные тесты.

В настоящей работе предлагается подход, который устраняет указанные недостатки. При этом разработано инструментальное средство, которое строит управляющий конечный автомат с заранее заданным поведением. Исходными данными алгоритма являются тесты (каждый тест состоит из входной последовательности событий и соответствующей ей последовательности выходных действий, которую должен вырабатывать автомат) и утверждения на языке логики линейного времени (*Linear Time Logic, LTL*) [3].

В предлагаемом методе применяется генетический алгоритм для создания автоматных программ. В качестве особи такого алгоритма выбирается управляющий конечный автомат с событиями и числом выходных воздействий на переходах. Для проверки темпоральных формул применяется верификатор, который помечает переходы в процессе проверки этих формул. Такие переходы учитываются при вычислении функции приспособленности, мутации и скрещивании. В результате работы, разработанное инструментальное средство возвращает конечный автомат, проходящий все тесты и удовлетворяющий всем *LTL*-формулам.

Эксперименты были проведены при построении управляющих автоматов для электронных часов с будильником и дверьми лифта. В случае управления дверьми лифта, верификация дала замедление в 10 раз, однако без нее (только на основе тестов) автомат содержал ошибку. Не применяя верификацию, только в одном проценте случаев удавалось построить правильный автомат. Тем самым показано, что без применения верификации не удастся гарантировать правильное поведение автомата.

Предлагаемый подход учета верификации при построении автоматных программ на основе генетического программирования может быть использован и с другой темпоральной логикой, что планируется реализовать в дальнейшем.

Литература

1. Поликарпова Н.И., Шалыто А.А. Автоматное программирование. СПб: Питер, 2009.
2. Царев Ф.Н. Метод построения автоматов управления системами со сложным поведением на основе тестов с помощью генетического программирования / Материалы Международной научной конференции «Компьютерные науки и информационные технологии». Саратов: СГУ, 2009. – С. 216–219.
3. Кларк Э., Грамберг О., Пелед Д. Верификация моделей программ: Model Checking. М.: МЦНМО, 2002.

Законов Андрей Юрьевич

Год рождения: 1987

Факультет информационных технологий и программирования, кафедра компьютерных технологий, группа 6538

Направление подготовки:

010500 Прикладная математика и информатика

e-mail: andrew.zakonov@gmail.com

УДК 004.4'242

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ К ГЕНЕРАЦИИ ТЕСТОВ ДЛЯ АВТОМАТНЫХ ПРОГРАММ

А.Ю. Законов

Научный руководитель – к.т.н. О.Г. Степанов

Автоматная программа состоит из конечного автомата и набора объектов управления, с которыми взаимодействует модель [1]. Наиболее распространенным способом проверки автоматных программ является *Model Checking* [2], так как для автоматных программ высока степень автоматизации. Однако проверка моделей позволяет верифицировать только автомат, но не всю систему в целом. Поведение объектов управления и их взаимодействие с автоматом не проверяются при указанном подходе. В данной работе было предложено использование тестирования для проверки автоматных программ в целом и применение генетических алгоритмов для автоматизации создания тестов. Тестирование является ресурсоемкой задачей [3], поэтому задача исследования методов автоматизации актуальна.

Тестирование используется для проверки соответствия спецификации системы ее реализации. Для автоматизации процесса тестирования спецификация должна быть записана на формальном языке, поэтому необходимо расширить автоматную программу так, что она будет содержать в себе требования для проверки. Данный подход развивает идею, предложенную в работе [4], и предлагает использовать контракты для записи требований не только к модели, но и к объектам управления. Наличие исполняемой спецификации внутри автоматной модели позволяет при запуске программы автоматически проверять выполнение описанных условий, как моделью, так и объектами управления.

Тест в предложенном подходе определяется в терминах автоматной модели: тест автоматной программы – последовательность переходов автомата. Для создания теста необходимо определить набор переменных, использованных в модели: значения должны удовлетворять всем охранным условиям на переходах заданного пути в

расширенном конечном автомате. Для поиска значений переменных в данной работе предлагается использовать генетические алгоритмы.

Целью работы являлась разработка эффективного подхода к тестированию автоматных программ. В результате работы было получено следующее:

- предложен способ проверки автоматных программ в целом;
- разработан метод нахождения входных параметров для выполнения заданного сценария в автоматной модели при помощи использования генетических алгоритмов;
- разработаны инструменты для автоматизации предложенного подхода.

Литература

1. Поликарпова Н.И., Шалыто А.А. Автоматное программирование. – СПб: Изд-во Питер, 2009. – 176 с.
2. Кларк Э., Грамберг О., Пелед Д. Верификация моделей программ. Model Checking. – М.: Изд-во МЦНМО, 2002. – 416 с.
3. Kalaji A.S., Hierons R.M., and Swift S. «Generating Feasible Transition Paths for Testing from an Extended Finite State Machine (EFSM)» in Software Testing, Verification, and Validation (ICST), 2009 2nd International IEEE Conference on. 2009. Denver, Colorado – USA: IEEE.
4. Степанов О.Г. Методы реализации автоматных объектно-ориентированных программ. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, СПбГУ ИТМО, 2009. – Режим доступа: http://is.ifmo.ru/disser/stepanov_disser.pdf

Дворкин Михаил Эдуардович

Год рождения: 1987

Факультет информационных технологий и программирования, кафедра компьютерных технологий, группа 6538

Направление подготовки:

010500 Прикладная математика и информатика

e-mail: mikhail.dvorkin@gmail.com

УДК 004.021

АЛГОРИТМ СЕКВЕНИРОВАНИЯ ДНК НА ОСНОВЕ ПАРНЫХ ЦЕПЕЙ

М.Э. Дворкин

Научный руководитель – к.т.н., доцент Г.А. Корнеев

В настоящей работе была рассмотрена задача секвенирования дезоксирибонуклеиновой кислоты организмов-эукариотов на основе парных цепей нуклеотидов, полученных в результате биологических экспериментов, использующих технологию Solexa [1].

Схема предлагаемого алгоритма включала следующие этапы.

1. Построение графа возможных продолжений.
2. Вычисление весов ребер и дополнительной информации, хранимой в вершинах и ребрах графа возможных продолжений методом динамического программирования на дереве.
3. Обнаружение ошибочно считанных нуклеотидов во входных данных и их исправление.
4. Нарращивание подстрок до достижения развилок и тупиков.

5. Построение графа развилок и создание в нем кратных ребер.
6. Нахождение эйлера пути в полученном мультиграфе.

Предлагаемая конструкция графа возможных продолжений является обобщением структуры данных «суффиксное дерево» [2], рассматривающим случай наличия нескольких строк, а также наличия строк, обратного-комплементарных к данным.

В условиях реальных экспериментов, граф возможных продолжений не помещается в оперативную память современного компьютера, однако, в работе был предложен способ построения частей данного графа, число вершин в которых ограничено сверху. Данный способ позволил строить части графа параллельно (и независимо) в распределенной системе.

Ребра графа возможных продолжений имеют вещественные веса, характеризующие качество чтения соответствующих нуклеотидов. Это позволяет классифицировать ребра с весом ниже порогового как ошибочные.

Благодаря вычисленному методом динамического программирования «наиболее вероятному продолжению» для каждой вершины, становится возможным для каждого ошибочно считанного нуклеотида выяснить истинное значение (либо убедиться, что входные данные не позволяют это сделать).

Обход графа возможных продолжений позволяет наращивать подстроку, поддерживая инвариант: данная подстрока встречается в секвенируемом геноме. В процессе наращивания подстроки для принятия решения о выборе очередного нуклеотида учитываются следующие факторы:

- вес соответствующего ребра;
- редакционное расстояние до парных цепей, уже «уложенных» в текущую подстроку;
- редакционное расстояние до парных цепей, «ожидаемых в будущем».

В качестве начальных подстрок рассматривались цепи с максимальным качеством чтения нуклеотидов. Наращивание подстрок происходило в обе стороны до появления либо тупика, либо существенной развилки. В случае развилки создается соответствующая вершина в графе развилок.

Ребра графа развилок получают вещественные веса, характеризующие (ожидаемую) частоту появления соответствующих подстрок в геноме. Эти веса нормируются и округляются, в графе создается полученное число кратных ребер.

В построенном таким образом мультиграфе ищется эйлеров путь, пометки на ребрах вдоль которого образуют искомую последовательность нуклеотидов.

Программа, реализующая предложенный алгоритм, позволяет секвенировать участки генома *Escherichia coli* K-12 длиной до сотен тысяч пар оснований.

Литература

1. Illumina Sequencing Technology,
http://www.illumina.com/technology/sequencing_technology.ilmn
2. Гасфилд Д. Строки, деревья и последовательности в алгоритмах: Информатика и вычислительная биология. – СПб: Невский диалект; БХВ-Петербург, 2003.

**ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСА КАФЕДР
НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ
ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
МАГИСТРОВ СПБГУ ИТМО**

Матвеев Николай Вадимович

Год рождения: 1987

Инженерно-физический факультет, кафедра твердотельной оптоэлектроники, группа 6244

Направление подготовки:

140400 Техническая физика

e-mail: matveev_nv@mail.ru

УДК 535.51

ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ПРОЗРАЧНЫХ СРЕД**Н.В. Матвеев****Научный руководитель – к.т.н., доцент С.А. Алексеев**

Поляризационные методы широко применяются в контроле качества прозрачных изделий. Существующие методы предполагают либо автоматические измерения при поточечном сканировании образца, либо визуальный контроль всего изделия при ручном управлении [1, 2]. В связи с этим представлялся актуальным создать автоматизированный телевизионный прибор, позволяющий измерять поляризационные параметры излучения и связанные с ними параметры прозрачных изделий по всему полю образца в широком спектральном диапазоне. В качестве объектов исследования были выбраны ахроматические фазовые пластинки [3], так как они используются в сложных оптоэлектронных приборах и контроль их качества является актуальной задачей.

В основе прибора лежит метод вращающегося анализатора с цифровым Фурье детектированием сигнала [4]. В связи с тем, что при использовании телевизионной технологии проводится работа более чем с миллионом точечных источников, потребовалось выполнить оптимизацию математического аппарата для сокращения машинного времени, требующегося на обработку данных. Прибор реализован на основе гониометра ГС-5, проверена его работоспособность на тестовом объекте с известным значением фазового сдвига, оценена погрешность измерений. На разработанном приборе исследованы три ахроматические фазовые пластинки. Получены топограммы распределения величины фазового сдвига по полю пластинок, спектральные зависимости и зависимость величины фазового сдвига от угла падения света. На рисунке представлена топограмма распределения величины фазового сдвига для одного из образцов, из которой видно, что диагональная область пластинки соответствует сдвигу фазы для четвертьволновой пластинки, однако на краях – сдвиг фаз не соответствует номиналу.

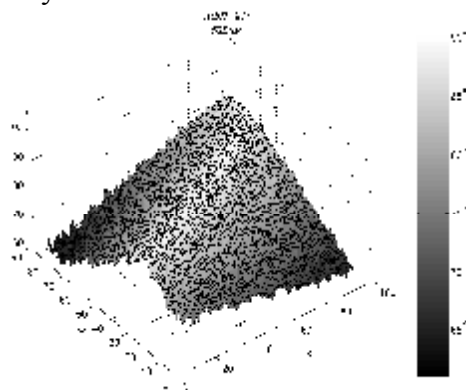


Рисунок. Распределение величины фазового сдвига по полю образца

В дальнейшем планируется перейти к наблюдению неконтрастных объектов в режиме времени, близком к реальному.

Литература

1. Ainouz S., Zallar J. Noise estimation of polarization-encoded images by Peano-Hilbert fractal path, Papers of EUSIPCO-2008, 16th European Signal Processing Conference, Lausanne, Switzerland.
2. Ainouz S., Zallar J. Clustering and color preview of polarization-encoded images, Papers of EUSIPCO-2006.
3. Самойлов А.В., Климов А.С. Свойства многокомпонентных ахроматических и суперахроматических волновых пластинок нулевого порядка // Оптический журнал, 2009. – Т.76, №5. – С. 80–84.
4. Алексеев С.А. Бескомпенсаторная эллипсометрия: Дис. канд. тех. наук. – Л., 1985. – 232 с.

Акмаров Константин Александрович

Год рождения: 1986

Инженерно-физический факультет, кафедра твердотельной оптоэлектроники, группа 6244

Направление подготовки:

140400 Техническая физика

e-mail: encliss@gmail.com

УДК 681.2.082

ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ ДЛЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИЛОВЫХ ЛИНИЙ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ

К.А. Акмаров

Научный руководитель – д.т.н., профессор А.Л. Дмитриев

Контроль тепловых режимов работы мощных электрических силовых установок – трансформаторных подстанций, линий передачи, силовых распределителей и переключателей каналов электроэнергии и др. – является обязательным условием их надежной и долговременной эксплуатации. При разработках практических систем мониторинга таких установок целесообразно использование недорогих измерителей и датчиков температуры, действующих в условиях влияния сильных электрических и магнитных полей. Важным требованием, предъявляемым к таким датчикам, является отсутствие в них токопроводящих (металлических, полупроводниковых) элементов, так как токи Фуко, возникающие в этих элементах при действии сильных переменных электромагнитных полей, обуславливает их нагревание и, следовательно, ошибки в измерениях температуры. Волоконно-оптические измерители температуры (ВОИТ), выполненные с использованием исключительно диэлектрических материалов, для применения в указанных системах мониторинга представляются наиболее эффективными. Однако, известные типы оптических датчиков температуры [1–4], при всех своих достоинствах, отличаются сравнительно большой технической сложностью и дороговизной, препятствующими широкому практическому внедрению таких ВОИТ в энергетике.

В основе принципа действия предлагаемого порогового волоконно-оптического датчика температуры лежит изменение оптического коэффициента пропускания некоторых органических материалов при их нагревании либо охлаждении вблизи точки фазового перехода «жидкость-твердое тело». Такие материалы удобно использовать в качестве температурно-чувствительного элемента ВОИТ, при этом оптоволоконно применяется для подведения оптического излучения к датчику и отвода излучения к фотоприемнику, контролирующему уровень мощности выходного сигнала.

Созданные модельные образцы датчиков удовлетворяют предъявляемым требованиям: просты, надежны и недороги, что позволяет использовать их, например, для мониторинга температурных режимов элементов и приборов силовой электроэнергетики.

В целом, проведенные исследования послужат основой дальнейших работ по созданию высокоэффективного измерителя температуры для использования в различных областях техники и технологии.

Литература

1. Волоконно-оптические датчики. Вводный курс для инженеров и научных работников / Под редакцией Э. Удда. – М.: Техносфера, 2008. – 520 с.
2. Джексон Р.Г. Новейшие датчики. – М.: Техносфера, 2007. – 384 с.
3. Фрайден Д. Современные датчики. Справочник. – М.: Техносфера, 2006. – 592 с.
4. Кульчин Ю.Н. Распределенные волоконно-оптические измерительные системы. – М.: Физматлит, 2001. – 272 с.

Филиппова Ирина Евгеньевна

Год рождения: 1987

Факультет оптико-информационных систем и технологий, кафедра компьютеризации и проектирования оптических приборов, группа 6321

Направление подготовки:

200200 Оптотехника

e-mail: fie87@mail.ru

УДК 681.2:535.92

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СПЕКТРОРЕФРАКТОМЕТРИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА ТВЕРДОФАЗНЫХ ОБЪЕКТОВ

И.Е. Филиппова

Научный руководитель – д.т.н., профессор Р.К. Мамедов

В работе были рассмотрены задачи исследования спектрорефрактометрическими методами твердофазных объектов со сложной структурой поверхности методом нарушенного полного внутреннего отражения. Проблематика, затронутая в исследовании, является весьма актуальной. Ей посвящены работы профессора В.М. Золоторева и профессора Р.К. Мамедова, которыми была предложена методика исследования объектов со сложным рельефом при помощи термопластичных и комбинированных элементов нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО), но данное решение подходит только для ИК области спектра [1, 2].

Основной сложностью является обеспечение оптического контакта между исследуемым образцом со сложным рельефом и элементом НПВО [3]. В работе был

предложен метод для исследования твердофазных объектов со сложным рельефом на основе комбинированных элементов с использованием иммерсионных жидкостей, необходимых для обеспечения оптического контакта.

В работе решались задачи: подбора элемента НПВО с высоким показателем преломления и широким диапазоном прозрачности в видимой области спектра; выбора иммерсионной жидкости, в качестве прослойки между элементом НПВО и исследуемым образцом, отвечающей следующим условиям: область пропускания должна соответствовать области пропускания элемента НПВО и показатель преломления иммерсии должен быть меньше показателя преломления элемента НПВО, но больше показателя преломления исследуемого образца.

В результате была получена модель на основе комбинированного элемента НПВО с использованием иммерсионной жидкости, которая обеспечила оптический контакт между элементом и образцом. Зарегистрированы спектры отражения исследуемого образца. Также был произведен расчет оптических постоянных: показателя преломления и показателя поглощения, на основе полученных спектров отражения.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что предложенная методика, основанная на использовании комбинированных твердофазных элементов НПВО и жидких иммерсий, обеспечивает экспериментальную базу для получения спектров НПВО твердых образцов со сложным рельефом поверхности и, тем самым обеспечивает возможность количественного анализа исследуемых твердых образцов.

Результаты исследования могут найти широкое применение, так как на сегодня в науке и промышленности имеется множество задач, связанных с изучением свойств, структуры и состава твердофазных объектов.

Литература

1. Золотарев В.М. Методы исследования материалов фотоники. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2008. – 47 с.
2. Мамедов Р.К. Методы и техника спектроскопии нарушенного полного внутреннего отражения с использованием термопластичных стекол // Оптический журнал, 2004. – Т.71, №10. – 46 с.
3. Сайдов Г.В., Свердлова О.В. Методы молекулярной спектроскопии. – СПб, 2008. – 247 с.

Михайлов Виталий Михайлович

Год рождения: 1987

Факультет оптико-информационных систем и технологий, кафедра компьютеризации и проектирования оптических приборов, группа 6321

Направление подготовки:

200200 Оптотехника

e-mail: vitalik-volhov@yandex.ru

УДК 531.7/004.932

**РАЗРАБОТКА ЦИФРОВЫХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ
ДИФРАКЦИОННЫХ КАРТИН**

В.М. Михайлов

Научный руководитель – к.т.н., доцент А.Н. Иванов

Целью работы являлась разработка метода цифровой обработки дифракционных картин Фраунгофера, позволяющего достичь большей точности при оценке размеров объектов. Обычно их определяют через положение точек минимумов распределения интенсивности дифракционной картины [1, 2]. Точность таких методов ограничена тем, что координаты минимумов трудно определить – приемники их не разрешают, так как чувствительность в них $dI/dx \approx 0$. Поэтому интересен метод, описанный в работе [3] – главный максимум дифракционной картины преобразуется так, что в новом изображении появятся «нулевые» точки, которые легко определяются. Недостатком этого метода оказалось низкая устойчивость к шуму.

Для решения данной проблемы было предложено определить точки дифракционной картины, в которых чувствительность dI/dx максимальна. Такими точками оказались точки перегиба главного максимума. Так как напрямую их координаты не определить, то изображение надо дважды дифференцировать. У второй производной точкам перегиба соответствуют «нулевые» точки, которые легко обнаруживаются. Определив расстояние s между этими точками, можно определить размер объекта по формуле $a = 2Gf/ks$, где k – волновое число; f – фокусное расстояние объектива; G – коэффициент, учитывающий форму контролируемого объекта (для щели $G = 2,606$). Оценка точностных характеристик метода показала, что его погрешность в основном определяется дискретной структурой ПЗС-приемника и находится в пределах 0,4%.

Для проверки предложенного метода была собрана экспериментальная установка. В качестве объекта была использована спектральная щель с шагом раскрытия 1 мкм. В ходе измерений ширина щели менялась в пределах от 30 до 60 мкм. Погрешность измерения оказалась 0,5–0,8%. Погрешность измерения по минимумам составила 1,5–2%.

В ходе работы был предложен новый, устойчивый к шуму, метод обработки дифракционной картины, основанный на регистрации точек перегиба. Проведены исследования, показавшие перспективность данного метода – его чувствительность и точность оказались выше, чем у существующих. Результаты численных расчетов подтверждены экспериментально. Для увеличения точности в дальнейшем предлагается использовать точки перегиба вторичных максимумов.

Литература

1. Назаров В.Н., Линьков А.Е. Дифракционные методы контроля геометрических параметров и пространственного положения объектов // Оптический журнал, 2002. – Т.69, №2. – С. 76–81.

2. Иванов А.Н., Назаров В.Н. Использование явления муара для увеличения точности дифракционных методов контроля геометрических параметров и пространственного положения объектов // Оптический журнал, 2009. – Т.76, №1. – С. 46–50.
3. Власов Н.Г., Кулиш С.М. Нелинейная цифровая обработка дифракционных картин // Мир техники кино, 2008. – №8. – С. 41–42.

Ерастов Кирилл Михайлович

Год рождения: 1986

Факультет оптико-информационных систем и технологий, кафедра прикладной и компьютерной оптики, группа 6301

Направление подготовки:

200200 Опотехника

e-mail: frenchman862004@mail.ru

УДК 535.421

**КОМПЬЮТЕРНЫЙ СИНТЕЗ ГОЛОГРАММ-ПРОЕКТОРОВ
СФОКУСИРОВАННОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ, ПРЕДНАЗНАЧАЕМЫХ ДЛЯ
СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ С ОБЪЕКТИВОМ НЕВЫСОКОГО КАЧЕСТВА**

К.М. Ерастов

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

В последнее время наряду с традиционной физической голографией, широко применяется цифровая голография, в которой синтез голографического поля осуществляется с помощью компьютерного моделирования. Суть процесса синтеза голограммы заключается в следующем: в компьютер вводится изображение, голограмму которого мы хотим получить. Процесс формирования голографического поля (интерференции опорной и объектной волны) математически моделируется и рассчитывается с помощью специальной программы. Результатом расчетов будет распределение интенсивности в плоскости голограммы. Эти данные поступают на генератор изображений. Принцип его действия основан на формировании изображения в режиме растрового либо векторного сканирования за счет взаимодействия сфокусированного его оптической системой пятна актиничного излучения с материалом носителя голограммы в точно заданных участках рабочего поля устройства [1].

В настоящее время наибольшее распространение получили синтезированные голограммы Френеля, которые обладают рядом преимуществ по сравнению с физическими голограммами и линзовыми системами.

В работе был рассмотрен другой вид синтезированных голограмм – голограммы сфокусированного изображения, которые работают в паре с объективом. При восстановлении эти голограммы формируют волновой фронт, сопряженный падавшему на них при записи фронту объектной волны. Его повторное прохождение сквозь объектив в противоположном направлении дает возможность получить полностью безаберрационное восстановленное изображение объекта, что позволяет использовать в данной схеме недорогой объектив невысокого качества. Кроме того, благодаря локализации интерференционной картины от одной точки на предмете в пятне рассеяния от этой точки на изображении, существенно снижаются требования к пространственной когерентности восстанавливающего излучения, и упрощается голограммная структура [2].

В результате работы был создан и реализован алгоритм синтеза голограмм-проекторов сфокусированного изображения предназначенных для совместной работы с

объективами невысокого качества. А также разработан алгоритм восстановления таких голограмм отличный от алгоритма записи, использование которого позволит окончательно теоретически доказать работоспособность данной схемы.

Литература

1. Корешев С.Н., Никаноров О.В., Козулин И.А. Выбор параметров голограмм-проекторов, для фотолитографии // Оптический журнал, 2008. – Т.75, № 9.
2. Корешев С.Н., Ратушный В.П. Голограммы сфокусированного изображения в задаче высокоразрешающей проекционной голографической фотолитографии // Оптика и спектроскопия, 2006. – Т.101, №6. – С. 1038–1042.

Деснев Дмитрий Леонидович

Год рождения: 1986

Факультет оптико-информационных систем и технологий, кафедра прикладной и компьютерной оптики, группа 6301

Направление подготовки:

200200 Оптотехника

e-mail: ddl86@mail.ru

УДК 535.41

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАДИЦИОННОГО И ГОЛОГРАФИЧЕСКОГО ВАРИАНТОВ ФОТОЛИТОГРАФИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Д.Л. Деснев

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

Фотолитография – процесс создания заданной микроструктуры поверхности [1]. Традиционный метод фотолитографии имеет недостатки, связанные с необходимостью использования сложных дорогостоящих объективов. Данные недостатки послужили причиной использования в фотолитографии принципа оптической голографии [2]. Процесс записи голограммы можно упростить, используя синтезированные голограммы. При цифровом синтезе необходимо учитывать дискретность и квантованность голограмм.

Цель работы: оценка влияния параметров синтеза голограмм-проекторов на их энергетические характеристики. Задачи: рассмотрение основных энергетических характеристик методов фотолитографии; анализ влияния параметров дискретизации на дифракционную эффективность голограмм; влияние бинаризации на энергетические характеристики голограмм; определение характера зависимости дифракционной эффективности голограмм от числа уровней квантования.

При рассмотрении методов фотолитографии был введен коэффициент потерь энергии литографических систем ε :

$$\varepsilon = \frac{\eta_{\text{гол}}}{k\tau},$$

где $\eta_{\text{гол}}$ – дифракционная эффективность; k – коэффициент пропускания фотошаблона; τ – коэффициент пропускания проекционного объектива.

Рассмотрим дифракционную эффективность фазовых дискретных голограмм в зависимости от пространственной частоты голографической записи ω_x :

$$D = \frac{I(\bar{l}_\xi)}{I_{nao}} = \frac{1}{N^4 d^4} \left| \frac{Nd^2 \bar{l}_\xi}{\pi} \sin\left(\frac{\pi N}{\bar{l}_\xi}\right) \exp\left\{-j\pi \frac{(N+1)}{\bar{l}_\xi}\right\} + \frac{Nad \bar{l}_\xi}{\pi} \sin\left(\frac{\pi a}{\bar{l}_\xi d}\right) \times \right. \\ \left. \times [\exp\{-jk(n_0-1)T_0\} - 1] \sum_{n=1}^N \left[\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \frac{\cos(\omega_x nd)}{|\cos(\omega_x nd)|} \right] \exp\left\{-j2\pi \frac{n}{\bar{l}_\xi}\right\} \right|^2,$$

где N – число дискретных элементов; d – период дискретизации; a – размер элемента дискретизации; $\bar{l}_\xi$ – число, показывающее, во сколько раз пространственный период голограммы превышает период дискретизации.

Далее рассмотрим зависимость дифракционной эффективности фазовой дискретной голограммы, имеющей пространственную частоту $\omega_x = \pi/d$ и скважность дискретной структуры $d/a = 2$, от глубины поверхностного рельефа:

$$D = \frac{a^2}{d^2} 2 \{1 - \cos[k(n_0-1)T_0]\} \frac{\sin^2\left(\frac{\pi a}{2d}\right)}{\pi^2}.$$

Рассмотрим дифракционную эффективность фазовых дискретных бинарных голограмм в зависимости от пространственной частоты голографической записи:

$$D = \frac{I(\bar{l}_\xi)}{I_{nao}} = \frac{1}{N^4 d^4} \left| \frac{Nd^2 \bar{l}_\xi}{\pi} \sin\left(\frac{\pi N}{\bar{l}_\xi}\right) \exp\left\{-j\pi \frac{(N+1)}{\bar{l}_\xi}\right\} + \frac{Nad \bar{l}_\xi}{\pi} \sin\left(\frac{\pi a}{\bar{l}_\xi d}\right) \times \right. \\ \left. \times [\exp\{-jk(n_0-1)T_0\} - 1] \sum_{n=1}^N \left[\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \frac{\cos(\omega_x nd)}{|\cos(\omega_x nd)|} \right] \exp\left\{-j2\pi \frac{n}{\bar{l}_\xi}\right\} \right|^2.$$

Зависимость дифракционной эффективности от числа уровней квантования:

$$\eta = \frac{\frac{1}{\pi^2 \xi^2} \left| \sum_{n=0}^N e^{-j2\pi \xi n d} \cdot \left[e^{-jk2h} \cdot \sin(\pi \xi a) + e^{-j5\pi \xi a} \cdot e^{-jk4h} \cdot \sin(4\pi \xi a) + \right. \right. \\ \left. \left. + e^{-j10\pi \xi a} \cdot e^{-jk2h} \cdot \sin(\pi \xi a) + e^{-j5\pi \xi a} \cdot e^{-j\pi \xi d} \cdot \sin[\pi \xi (d-6a)] \right] \right|^2}{(N+1)^2 \cdot d^2},$$

где ξ – пространственная частота; h – высота уровня квантования.

В результате работы были сформулированы следующие выводы: энергетические потери методов фотолитографии примерно равны; бинаризация голограмм приводит к повышению дифракционной эффективности; максимальная дифракционная эффективность достигается при равенстве размера элемента дискретизации периоду дискретизации, и высоте рельефа, обеспечивающей разность фаз π ; нецелесообразно использовать большое число уровней квантования.

Литература

1. Березин Г.Н., Никитин А.В., Сурис Р.А. Оптические основы контактной фотолитографии. М.: Радио и связь, 1982.
2. Корешев С.Н., Ратушный В.П. Использование метода голографии для получения изображений двумерных объектов при решении задач фотолитографии высокого разрешения // Оптический журнал, 2004. – Т. 71, №10. – С. 32–39.

Никулина Екатерина Алексеевна

Год рождения: 1987

Факультет оптико-информационных систем и технологий, кафедра прикладной и компьютерной оптики, группа 6301

Направление подготовки:

200200 Оптотехника

e-mail: katerina.nikulina@gmail.com

УДК 681.7.055.4

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ
УСТАНОВКИ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДВУЛУЧЕПРЕЛОМЛЕНИЯ
КРУПНОГАБАРИТНЫХ ОПТИЧЕСКИХ КРИСТАЛЛОВ**

Е.А. Никулина

**Научный руководитель – д.т.н., профессор М.А. Ган
(ФГУП «НПК ГОИ им. Вавилова»)**

Контроль двулучепреломления традиционно производится в одной или нескольких точках образца, либо проводится усреднение. При изготовлении высокоточных оптических систем, таких как космическая оптика или фотолитографические системы, к качеству оптических материалов предъявляются высокие требования. В частности, по остаточному двулучепреломлению, которое изменяет состояние поляризации проходящего света.

Следовательно, возникает необходимость в методе измерения величины и угла остаточного двулучепреломления в крупногабаритных образцах с высоким разрешением.

Для исследования распределения двулучепреломления была разработана и смонтирована установка, схема которой показана на рисунке.

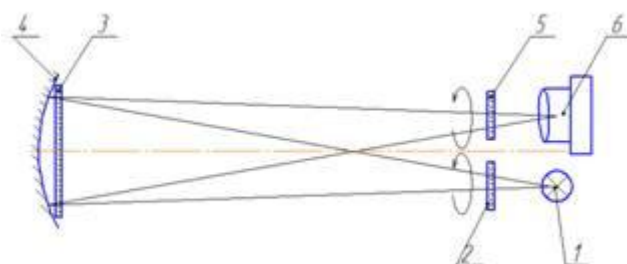


Рисунок. Схема установки исследования распределения двулучепреломления

Пучок лучей от источника 1, находящегося вблизи центра кривизны сферического зеркала 4, проходит через поляризатор 2 и образец 3, установленный в плотную к зеркалу, отражается, проходит через анализатор 5 и попадает на фотокамеру. Объектив фотокамеры 6, сфокусирован на образце, а сама фотокамера располагается в плоскости сопряженной с источником относительно зеркала.

Поляризатор и анализатор находятся на вращающихся платформах, угол поворота которых задается с помощью компьютера.

Для определения величины и угла двулучепреломления фиксируется серия снимков при различных углах поворота поляризатора и анализатора.

Анализируя полученную серию снимков независимо для каждой точки образца, была получена зависимость изменения интенсивности в каждой точке от углов разворота поляризатора и анализатора, а так же от величины и угла двулучепреломления.

$$I(\theta_A, \theta_p) = \frac{I_0}{2} \cdot \left(\cos^2(\theta_A - \theta_p) - \sin 2(\psi - \theta_p) \cdot \sin 2(\psi - \theta_A) \cdot \sin^2 \frac{\delta}{2} \right),$$

где I_0 – интенсивность источника света; δ – разность фаз между обыкновенным и необыкновенным лучами; Ψ – угол ориентации главной оси пластины; θ_p – угол разворота поляризатора относительно вертикальной оси; θ_a – угол разворота анализатора относительно вертикальной оси.

В ходе исследований был разработан программный комплекс, который обслуживает управление установкой и обрабатывает измеренные данные, а так же позволяет генерировать изображения, получаемые в измерительной схеме, при заданных распределениях величины и угла двулучепреломления, что позволяет с его помощью провести анализ методических погрешностей разработанного метода. Разработанный программный комплекс позволяет проводить измерения в автоматизированном режиме.

Кроме того была проведена оценка точности метода, и представлен анализ влияния шумов. Так же были рассчитаны предельные точности обеспечиваемые при отсутствии шумов и показано, что точность метода не чувствительна к форме распределения двулучепреломления.

Литература

1. Аззам Р., Башара Н. Эллипсометрия и поляризованный свет. – М.: Мир, 1981. – 39 с.
2. Джеррард А., Бёрч Дж.М. Введение в матричную оптику. Изд-во «Мир», 1978. – 209 с.
3. Горшков М.М. Эллипсометрия. М.: Сов. радио, 1974. – 83 с.

Сарваров Сергей Александрович

Год рождения: 1987

Факультет оптико-информационных систем и технологий, кафедра прикладной и компьютерной оптики, группа 6301

Направление подготовки:

200200 Оптотехника

e-mail: sarvarov.s@mail.ru

УДК 681.7

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ БЕЛКОВЫХ СТРУКТУР

С.А. Сарваров

Научный руководитель – к.т.н., доцент К.В. Ежова

Современные реалии жизни предполагают симбиоз научных знаний разных областей, на первый взгляд, совершенно не связанных между собой. Очень часто для решения каких-либо задач одной науки необходимо применить знания, которые совершенно несвойственны первой. К такому сотрудничеству можно отнести и оптические методы исследования биологических объектов различной природы. Целью работы являлся анализ двумерных изображений белковых структур. Задачи, которые необходимо было решить: определение оптической плотности изображения; определение оптической плотности на заданном сечении; создание и реализация

алгоритма определения областей отличных от основного фона; создание программного приложения, которое автоматически определяет оптическую плотность.

Входными данными для определения оптической плотности являлись: входное изображение в виде выборки зависимости интенсивности от координаты; интенсивность заданной точки и интенсивность фона. Оптическая плотность [1] рассчитывается по формуле:

$$D = \lg \frac{I_{\phi}}{I},$$

где I_{ϕ} – интенсивность фона; I – интенсивность в заданной точке. Далее встала задача определения областей отличных от основного фона. Был выбран пиксель, который находится на выделяемой области. Если его каждый окрестный пиксель похож по цвету, то он заносится в память, если нет, то в память пиксель не заносится – он уже не является частью выделяемой области. Потом также оцениваются пиксели, занесенные в память. И так до тех пор, пока область не будет полностью определена. Оптическую плотность также можно определять внутри заданного контура. В данном случае на изображении выбирается контур прямоугольной формы, в границах которого считаются показатели: средней оптической плотности, суммарной оптической плотности и площадь выделенного участка [2]. К тому же возможно определение оптической плотности на заданном сечении. В таком случае строится график зависимости оптической плотности от координаты. Предусмотрено два способа калибровки фона: пользовательская калибровка – за интенсивность фона принимается среднееквадратическое значение интенсивности выбранного пикселя и его соседних пикселей. Это делается во избежание влияния некоторых шумов, автоматическая калибровка – за интенсивность фона принимается максимальное значение интенсивности растровых файлов формата BMP [3]. Выходными данными являются: средняя оптическая плотность – среднееквадратическое значение оптической плотности в выделенной области; суммарная оптическая плотность – сумма оптических плотностей точек в выделенной области; площадь выделенного участка, измеряемая в условных единицах [4].

Таким образом, в данной работе.

1. Проведен анализ двумерного изображения белковой структуры.
2. Созданы и реализованы алгоритмы определения оптической плотности.
3. Разработано приложение на основании созданных алгоритмов.

Литература

1. Кирилловский В.К. Оценка качества оптического изображения и его характеристик. СПб: СПбГУ ИТМО, 2005. – С. 37–40.
2. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. М.: Наука, 1970. – С. 50–60.
3. Иванова Т.А., Кирилловский В.К. Проектирование и контроль оптики микроскопов. Л.: Машиностроение, 1987. – С. 40–70.
4. Еськова Л.М., Гаврилин Д.В. Компьютерные методы контроля оптики. СПб: СПбГУ ИТМО, 2004. – С. 15–20.

Пасько Юлия Владимировна

Год рождения: 1987

Факультет оптико-информационных систем и технологий, кафедра оптических технологий, группа 6345

Направление подготовки:

200200 Оптотехника

e-mail: paskojulyaitmo@mail.ru

УДК 535

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ СВЕРХГЛАДКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ КРИСТАЛЛОВ

Ю.В. Пасько

Научный руководитель – Б.Н. Острун

(ЗАО «Опто-Технологическая Лаборатория»)

В работе была рассмотрена разработка технологии изготовления высокоточных поверхностей кристаллов с малой шероховатостью для синтетического сапфира. Ранее отработанная специалистами по сапфиру технология его полировки обеспечивала достаточно высокий класс шероховатости (R_a порядка 10А), но не обеспечивала сколько-нибудь оптически точную форму поверхности, даже для плоских окон [1]. С другой стороны, оптические предприятия, используя известные технологии получения путем механической обработки более высокую точность формы поверхностей, но, в силу ряда технологических причин, не обеспечивают высоких параметров оптической чистоты и шероховатости [2].

В результате исследований, проведенных в ЗАО «Опто-Технологическая Лаборатория», была разработана технология механической полировки сапфира, обеспечивающая минимальную шероховатость и, одновременно, высокие требования по чистоте и точности оптической поверхности.

Измерения шероховатости были произведены с помощью атомно-силового микроскопа. Были получены 2D- и 3D-профилограммы шероховатостей полированных поверхностей [3].

Измерения величины местной ошибки производились на интерферометре ОРТОТЛ-ICO-60 построенном по схеме Физо с используемым программным обеспечением FastInterf. Были получены интерферограммы поверхностей образцов [4].

Установлено, что при применении химических растворов с увеличением времени обработки шероховатость поверхности и её структура изменяются, при этом шероховатость уменьшается, достигая оптимальной (минимальной) через 240 минут, а при применении механического способа обработки шероховатость уменьшается асимптотически.

Установлено, что при нагреве образцов в вакуумной камере шероховатость практически не меняется, а при ионизации образцов значение шероховатости увеличивается незначительно.

Как показали интерферограммы, в процессе механической обработки сохраняется высокая точность формы поверхности, в отличие от химико-механической обработки.

Литература

1. Окатов М.А. Справочник технолога-оптика, 2005.
2. Беннит Джин М., Маттсон Ларс. Шероховатость поверхности и рассеяние. Перевод с английского Н.В. Васильченко, 1993.
3. www.ntmtd.com
4. www.optotl.ru

Саликова Дарья Сергеевна

Год рождения: 1987

Факультет оптико-информационных систем и технологий, кафедра оптических технологий, группа 6345

Направление подготовки:

200200 Оптотехника

e-mail: daridze@rambler.ru

УДК 535.343.2

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ТОНКОПЛЁНОЧНЫХ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫХ СИСТЕМ

Д.С. Саликова

Научный руководитель – ст. преподаватель М.В. Погумирский

За последние 70 лет предложено три метода синтеза многослойных интерференционных оптических пленок: метод «начальных конструкций» [1], метод, основанный на представлении спектра на основе приближенного преобразования Фурье [2], и метод игольчатых вариаций [3]. Основной проблемой при использовании вышеуказанных методов является то, что в задачу оптимизации закладываются множество параметров, при этом анализируемая функция представляет собой функцию с разрывами. В данной работе был предложен численный метод синтеза многослойных оптических покрытий, предполагающий замену множества параметров, описывающих конструкцию покрытия (количество слоёв, их показатели преломления, толщины, очерёдность), «групповым» параметром – оптической толщиной, определяющей набег фазы и, в конечном счете, величину амплитуды, обеспечивающей нужную спектральную характеристику. Такой подход позволил свести задачу нахождения оптимальной конструкции покрытия к задаче поиска непрерывной функции, описывающей характер изменения оптических толщин слоев.

Задача оптимизации в этом случае состоит в том, что на некоторую исходную систему слоев накладывается функция «возмущения», которая, сжимает или растягивает слои, определяя новое соотношение их оптических толщин. Поиск этой функции осуществляется с применением генетического алгоритма, поскольку при эволюционном подходе всю совокупность конструкций покрытия можно анализировать и дополнять без полного перебора решений [4]. Алгоритм реализации поиска покрытия, в наибольшей степени отвечающего заданным требованиям, использует набор базовых монотонно возрастающих и убывающих функций, которые, в результате операции скрещивания, порождают очередную совокупность конструкций, содержащих элементы указанных распределений в любых комбинациях. Оценка каждой полученной конструкции осуществляется по параметрам геометрических толщин слоев и спектральной характеристики с учетом весовых коэффициентов значимости параметров.

В результате проделанной работы был создан генетический алгоритм синтеза функции «возмущения», позволяющий получить распределение толщин слоев покрытия с обеспечением заданной спектральной характеристики с учетом технологических параметров изготовления покрытия. Указанный алгоритм реализован в программе расчета конструкций покрытий для получения величины коэффициента отражения не ниже заданного в заданном спектральном диапазоне.

Анализ и выявление основных преимуществ позволяют судить о важности дальнейших исследований в направлении создания алгоритма поиска оптимальной

конструкции покрытия, обеспечивающего получение сложного профиля спектральной характеристики в широком спектральном диапазоне.

Литература

1. Baumeister P. Design of multilayer filters by successive approximations // J.Opt.Soc. Am., 1958. – Vol.48. – P. 995.
2. Sossi L. On the theory of synthesis of multilayer dielectric light filter (in Estonian) // Eesti NSV Tead Akad Toim Fuus Mat, 1974. – Vol.23. – P. 229–237.
3. Тихонравов А.В. О методе синтеза оптических покрытий, использующем необходимые условия оптимальности // Вестник МГУ. Сер. Физика, Астрономия, 1982, № 23. – С. 91–93.
4. Джон Х. Холланд Генетические алгоритмы // В мире науки. 1992, №9. – С. 32–40.

Богдан Антон Викторович

Год рождения: 1987

Факультет оптико-информационных систем и технологий, кафедра оптических технологий, группа 6345

Направление подготовки:

200200 Оптотехника

e-mail: bogdan.anton.v@gmail.com

УДК 535.016

ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЕРМЕТНЫХ ПЛЕНОК

А.В. Богдан

Научный руководитель – д.т.н., профессор Л.А. Губанова

В работе был рассмотрен вопрос снижения коэффициента отражения металлических поверхностей керметными слоями. Значительно снизить коэффициент отражения металлического слоя диэлектрического слоя невозможно, а нанесение покрытия с градиентным профилем показателя преломления является технологически сложной задачей [1].

В результате были получены расчётные зависимости оптических параметров (показателя преломления и коэффициента поглощения) изотропного слоя смеси металла и диэлектрика, в зависимости от количественного соотношения входящих в него компонентов, а также от его толщины [2].

Расчёты производились с использованием модели изотропного слоя смеси металла и диэлектрика [3]. Полученные результаты оформлялись в виде 3D-диаграммы, которая отражает распределение энергетического коэффициента отражения металла в зависимости от параметров слоя кермета на фиксированной длине волны падающего излучения. Поиск минимумов проводился по методу разбиения по сетке [4].

Анализ полученной 3D-диаграммы позволяет определить оптимальные параметры керметных слоёв для различных систем «металл-кермет», обеспечивающие минимальное значение энергетического коэффициента отражения.

Как показали расчёты спектральных характеристик систем, состоящих из металлической подложки (титан или алюминий) и слоя металлodieлектрической смеси, нанесение металлodieлектрического слоя позволяет снизить коэффициент отражения алюминия.

Так же были проведены вычисления, позволившие оценить влияние на спектральную характеристику коэффициента отражения слоя кермета, нанесённого на металлическую поверхность, диэлектрического антиотражающего покрытия. Расчеты показали, что нанесение антиотражающего покрытия на керметный слой, позволяет уменьшить коэффициент отражения титана в среднем в 18 раз (с 59% до 3,2%) в широком спектральном диапазоне (от 400 до 900 нм).

Из анализа спектральных зависимостей коэффициента отражения системы (металл-кермет-диэлектрик) видно, что применение керметного покрытия оптимального состава с использованием слоя диэлектрика в качестве антиотражающего покрытия позволяет снизить коэффициент отражения алюминия в видимой области спектра в 8 раза, а титана в 18 раз.

Литература

1. Майа Х. Неоднородные оптические покрытия (исследование возможности метода совместного осаждения диэлектрических плёнок при вакуумном испарении). СПбГУ ИТМО, 1999.
2. Ландсберг Г.С. Оптика. М.: Физико-Математическая литература, 2003.
3. Путилин Э.С. Оптические покрытия. СПбГУ ИТМО, 2005.
4. Каряев К.В. Конспект лекции по дисциплине «Синтез оптических покрытий». СПбГУ ИТМО, 2009.

Саенко Алексей Петрович

Год рождения: 1987

Факультет точной механики и технологий, кафедра мехатроники, группа 6673

Направление подготовки:

200100 Приборостроение

e-mail: alexey.saenko@gmail.com

УДК 004.383.5

ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ МЕТОДАМИ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

А.П. Саенко

Научный руководитель – д.т.н., профессор В.М. Мусалимов

В течение последних десятилетий неизменно растет интерес к системам компьютерного зрения, которые можно встретить повсюду: от видеосистем на улицах до измерительных систем в производстве. В связи с этим возникает задача цифровой обработки изображений. Используемые в настоящее время традиционные методы достаточно эффективны, однако требуют больших объемов трудозатрат и вычислительных ресурсов [1]. Методы нечеткой логики, в частности нечеткие экспертные системы, лишены подобных недостатков: они являются удобным и мощным инструментом представления и обработки знаний в виде нечетких правил «если-то», могут эффективно функционировать в условиях нечеткости и неопределенности. Кроме того, системы нечеткого вывода разрабатываются быстрее четких аналогов; легко внедряются экспертные знания; аппаратная реализация нечетких алгоритмов несложна, поддается распараллеливанию вычислений [2, 3].

Санкт-Петербургским государственным университетом информационных технологий, механики и оптики совместно с техническим университетом города Ильменау (Германия) накоплен богатый опыт по созданию лаборатории автоматизации

сборочных процессов объективов микроскопов. Лаборатория состоит из многих компонентов, связанных между собой. В частности, имеется бесконтактная измерительная система, позволяющая определять размеры деталей по теневой фотографии. Однако, в силу различных причин, существует проблема размытости границ объектов, что затрудняет их определение, так, переход со светлого на темное может происходить в пределах нескольких пикселей, что снижает точность измерения небольших размеров (порядка 0,5 мм и менее).

В работе был предложен способ улучшения изображений, основанный на классических алгоритмах определения границ объектов на бинарных изображениях [4], с использованием функций принадлежности нечетких переменных «черное» и «белое», изображенных на рисунке.

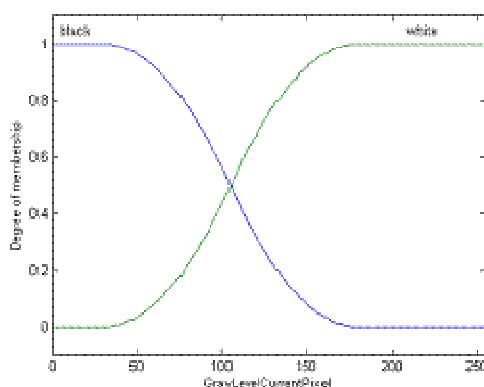


Рисунок. Функции распределения нечетких переменных «черное» и «белое»

В заключении следует отметить, что предложенный способ улучшения качества изображения методами нечеткой логики и реализующая его нечеткая экспертная система, созданная в пакете прикладных математических программ MatLab, успешно справляются с поставленной задачей определения границ объектов на черно-белом полутоновом изображении.

Литература

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений: Пер. с англ. М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.
2. Блюмин С.Л., Шуйкова И.А., Сараев П.В., Черпаков И.В. Нечеткая логика: алгебраические основы и приложения. Липецк: ЛЭГИ, 2002. – 111 с.
3. Tizhoosh H.R. Fuzzy-Bildverarbeitung: Einführung un Theorie und Praxis. Springer, 1998. – 241 p.
4. Шапиро Л., Стокман Дж. Компьютерное зрение: Пер. с англ. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 752 с.

Дмитриев Павел Александрович

Год рождения: 1987

Факультет точной механики и технологий, кафедра мехатроники, группа 6673

Направление подготовки:

200100 Приборостроение

e-mail: Pavel.Dm.Al@gmail.com

УДК 681.5.015

ДИНАМИКА ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ И ЕГО СИСТЕМА БЕЗОПАСНОСТИ

П.А. Дмитриев

Научный руководитель – д.т.н., профессор В.М. Мусалимов

В работе была описана система активной безопасности автомобиля, основанная на инерциальном измерении параметров движения автомобиля, а не система глобальной навигации. Она состоит из нескольких модулей и, в зависимости от базы установленных сенсоров на автомобиль, могут быть задействованы соответствующие модули. Заданным движением считается движение, соответствующее приведенному углу поворота передних управляемых колес автомобиля и соответствующее заданному характеру движения, т.е. движение без заноса или сноса. Текущие параметры движения автомобиля вычисляются системой датчиков, на основании чего вырабатывается управляющий сигнал корректировки курса. Система «исследует» автомобиль, рассчитывая действительный момент инерции автомобиля при движении без заноса, далее система может его использовать для предсказания ситуации потери управления или для выработки сигнала управления, корректирующего направление и характер движения.

Современная система управления, как правило, создается изначально в виде модели. Это позволяет уменьшить экономические и временные затраты. К тому же такой подход не требует непосредственного участия специалистов смежных областей (наладчиков, механиков, сборщиков и других).

В работе была представлена гибкая модель, которая может быть трансформирована в несколько более простых в зависимости от требуемой «точности», и от наличия необходимых датчиков и расчетного модуля (контроллер, микропроцессор) [1].

Также была разработана математическая модель, адаптированная для написания компьютерной модели [2]. Данная модель, используя указанные датчики, позволяет в некоторые моменты времени рассчитать момент инерции автомобиля. Для этого требуется движение автомобиля без заноса, но с угловым ускорением. Также уравнения могут быть использованы и в обратном направлении, т.е. при известном (или рассчитанном) моменте инерции модель позволяет предсказать максимально возможное угловое ускорение, так как центростремительные силы реакции дороги ограничены определенными значениями, и именно при недостаточности этих значений возникает занос.

Работа содержала следующие этапы:

1. расчет момента инерции автомобиля по параметрам движения;
2. две плоских математических модели, одна из которых содержит линеаризацию функций;
3. проверенный реальными данными [3] компьютерный алгоритм, реализующий одну из математических моделей;

4. описание трехмерной модели, для которой выбраны датчики, приняты допущения, составлены общие уравнения;
5. описание модели автоматической коробки передач, которая впоследствии может дополнить существующие модели.

Литература

1. Черных И.В. Simulink: инструмент моделирования динамических систем // Сообщество пользователей MatLab и Simulink [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru/simulink/book1/index.php>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.
2. Дмитриев П.А., Мусалимов В.М. Кинематические и динамические параметры движения автомобиля //Изв. вузов. Приборостроение, 2010. – Т. 53, № 3. – С. 78–82.
3. GeneSys, GmbH Product description [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.genesys-adma.de/index.php?lang=2>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. нем., англ.

Тюрин Андрей Евгеньевич

Год рождения: 1987

Факультет точной механики и технологий, кафедра мехатроники, группа 6673

Направление подготовки:

200100 Приборостроение

e-mail: A.E.Tyurin@gmail.com

УДК 621.791 (075.8)

СИСТЕМНЫЕ ЗАДАЧИ ДИФФУЗИОННОЙ СВАРКИ

А.Е. Тюрин

Научный руководитель – д.т.н., профессор В.М. Мусалимов

В работе был рассмотрен комплекс вопросов, связанных с технологией диффузионной сварки. А именно: подготовка производства; использование автоматизированной системы управления процессом сварки; сварка разнородных материалов; химическая и механическая подготовка поверхностей перед сваркой; представлена новая характеристика оценки шероховатости поверхности деталей перед сваркой.

Диффузионная сварка (ДС) один из методов сварки давлением. Сваривание поверхностей происходит за счет взаимной диффузии атомов контактирующих поверхностей деталей [1]. Соединяемые поверхности сближаются на расстояние действия межатомных сил. Параметры ДС – температура, давление, время. Технологическое соблюдение режимов для различных материалов обязательно для получения качественного однородного соединения.

Данная работа была проведена совместно с техническим институтом города Ильменау (Германия). В ходе данной работы было произведено множество экспериментов для выявления оптимальных параметров сварки алюминия и меди.

Образование соединения без плавления (образования жидкой фазы) происходит за счет образования металлических связей между контактирующими поверхностями. Практическую связь поверхностей осуществить крайне трудно. Поверхность покрыта слоями окислов, жиров и газов. Большая их часть может быть удалена с помощью растворителей и при выдержке в вакууме при температуре 0,5–0,7 – температуры

плавления. Для удаления окислов, жировых пленок и др. получен комплекс химической очистки поверхности.

При сближении идеально гладких, чистых и параллельных поверхностей возникают металлические связи самопроизвольно без затрат энергии. Однако для контроля образования интерметаллидов в соединении, на стадии гетеродиффузии необходимо использовать специальный микрорельеф [2]. В ходе проведенных исследований различных вариантов механической обработки был найден вариант обработки крацовочной щеткой. Для всех образцов был получен комплексный набор данных металлографического и рентгеноструктурного анализа. Для оценки шероховатости поверхности материалов использована новая методика анализа профилограмм поверхности на основе вейвлет и спектрального анализа [3].

В заключении необходимо отметить практическую ценность данной работы. Уже внедрена технология диффузионной сварки деталей алюминия и меди. Для производства теплообменных аппаратов, а именно в энергосберегающих установках для нагрева воды. А также рассмотрен весь комплекс сварки разнородных материалов.

Литература

1. Казаков Н.Ф. Диффузионная сварка материалов. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1976. – 312 с.
2. Шнейдер Ю.Г. Эксплуатационные свойства деталей с регулярным микрорельефом. Л.: Машиностроение, 1982. – 248 с.
3. Мусалимов В.М., Дик О.Е., Тюрин А.Е. Параметры действия энергетического спектра вейвлет-преобразований // Журнал «Известия ВУЗов». Приборостроение, 2009. – Т. 52, №5. – С. 10–15.

Макурин Алексей Владимирович

Год рождения: 1987

Факультет точной механики и технологий, кафедра мехатроники, группа 6673

Направление подготовки:

200100 Приборостроение

e-mail: Alexey.Makurin@gmail.com

УДК 681.5.013

ДИНАМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ШАРНИРНЫХ МЕХАНИЗМОВ

А.В. Макурин

Научный руководитель – д.т.н., профессор Б.П. Тимофеев

Исследования, проведенные в работе, направлены на улучшение существующего механизма введением дополнительных элементов таким образом, чтобы выходная реакция механизма была постоянной и не зависела от обобщенной координаты, а только от её производных по времени.

Кроме того, на конструкцию вводятся дополнительные ограничения.

1. Минимизация веса.
2. Ограничение на максимально допустимые размеры конструкции.
3. Надёжность.
4. Способность функционирования в условиях Луны.
5. Конструкция не должна ухудшать характеристики шасси лунохода (проходимость, устойчивость, энергетические характеристики).

Для выполнения поставленных задач был проведен подробный анализ литературы по способам синтеза шарнирных механизмов; рассмотрены несколько вариантов решения задачи. Два из них подробно проработаны и доведены до конструкторской документации (дополнительный упругий элемент и компенсирующий механизм). Были разработаны две динамические модели механизма подвески средних колёс.

В ходе работы были получены следующие результаты:

- сконструирован компенсирующий механизм, соединённый последовательно с механизмом подвески колёс, который обеспечивает заданную силовую передаточную функцию;
- получена силовая передаточная функция синтезируемого механизма в аналитическом виде при помощи пакета Ident программы MatLab;
- найдена необходимая функция положения для синтезируемого механизма;
- проведен структурный и кинематический анализ механизма в общем виде;
- метрически синтезирован компенсирующий механизм;
- проведен статический и кинетостатический анализ полученного шестизвенного механизма подвески, подтвердивший её работоспособность.

Литература

1. Молотников В.Я. Основы теоретической механики / Серия «Высшее образование». Ростов-на-Дону: Феникс, 2004. – 384 с.
2. Марченко С.И. Прикладная механика: учеб. пособие / С.И. Марченко, Е.П. Марченко, Н.В. Логинова. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. – 541, [1] с.: ил. – (Высшее образование).
3. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: учеб. пособие для техн. вузов / Яблонский А.А., Норейко С.С., Вольфсон С.А. и др.; Под ред. А.А. Яблонского. – 4-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1985. – 367 с., ил.
4. Авотин Е.В., Болховитинов И.С., Кемурджиан А.Л., Маленков М.И., Шпак Ф.П. Динамика планетохода. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1987. – 440 с.
5. Engineering support on rover locomotion for exomars rover phase A – «Esrol-A». V. Kucherenko, V. Gromov, I. Kazhukalo, A. Bogatchev, S. Vladyskin, A. Manykjan. Science & Technology ROver Company Ltd (RCL), 13 December 2004.

Трутенко Сергей Викторович

Год рождения: 1986

Факультет точной механики и технологий, кафедра мехатроники, группа 6673

Направление подготовки:

200100 Приборостроение

e-mail: Trutnenko@Gmail.com

УДК 004.67

АЛГОРИТМЫ МУЛЬТИФРАКТАЛЬНОГО АНАЛИЗА

С.В. Трутенко

Научный руководитель – д.т.н., профессор В.М. Мусалимов

Фракталы это новая страница в книге математике. Особенность фракталов состоит в том, что с помощью них, возможно, вскрыть не только глобальные характеристики сигнала, но и выявить особенности локальной структуры этих данных. Большое преимущество фрактальных методов заключается в их универсальности для широкого круга задач.

Цель работы – использование мультифрактальных алгоритмов с целью изучения свойств технических сигналов, например данных о шероховатости поверхности.

Необходимо было выполнить следующие этапы:

- изучить фракталы и мультифракталы;
- составить мультифрактальные алгоритмы;
- написать функции данных алгоритмов в среде MatLab;
- создать графическое приложение Multifrac.m и провести исследования;
- извлечь математический функционал Multifrac.m при помощи библиотек общего доступа (DLL).

Термин фрактал был введен Бенуа Мандельбротом в 60-е года 20 века. Ключевые свойства, характеризующие фракталы – самоподобие и дробная геометрическая размерность D . Фрактал можно определить как геометрическую фигуру, в которой один и тот же фрагмент повторяется при каждом уменьшении масштаба (рисунок) [2].

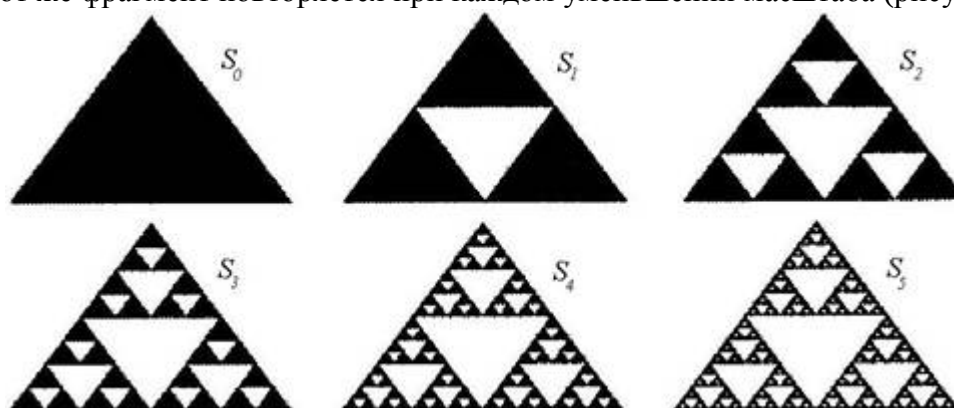


Рисунок. Построение фрактала

Показатель Хёрста (H , HURST coefficient) назван в честь гидролога Гарольда Хёрста [1].

$$H = \frac{\log\left(\frac{R}{S}\right)}{\log(aN)},$$

где a – заданная константа (Г. Хёрст $a=0,5$, Э. Найман $a=1,5708$) [2]; S – среднее квадратичное отклонение ряда наблюдений; R – размах накопленного отклонения; N – число периодов наблюдений.

Показатель Хёрста имеет следующие значения:

$H > 0,5$ устойчивость тенденции [5];

$H < 0,5$ отсутствие устойчивости;

$H = 0,5$ неопределенность.

Фрактал Бенуа Мандельброта:

- изображение $D = 2 - H$;
- тело $D = 3 - H$.

Заключение и результаты:

- решена задача по реализации мультифрактальных алгоритмов на языке Matlab, созданы «внешние» функции алгоритмов [4, 3];
- в обработанных данных найдены фрактальные и мультифрактальные свойства (из-за дробной размерности $D(0)$ и различных значений $D(q)$ и $D(q+1)$);
- определение показателя Хёрста позволяет оценить характер микрорельефа с точки зрения периодичности и регулярности, наш сигнал неустойчив ($H < 0,5$);

- результаты работы рекомендуется использовать в технологии обработки металлов, а также для изучения современных систем исследований сигналов для учебных процессов.

Литература

1. Божокин СВ., Паршин Д.А. Фракталы и мультифракталы. Москва-Ижевск, 2001.
2. Шредер М. Фракталы, хаос, степенные законы. Киров, 2001.
3. Смоленцев Н.К. Создание Windows приложений с использованием математических процедур MatLab. Москва, 2008.
4. Дьяконов В.П. Matlab 7.*/R2006/R2007. Москва, 2008.
5. Шустер Г. Детерминированный хаос. М.: Мир, 1988.

Иванова Альмира Фаатьевна

Год рождения: 1987

Инженерно-физический факультет, кафедра компьютерной теплофизики и
энергофизического мониторинга, группа 6212

Направление подготовки:

140400 Техническая физика

e-mail: ashev87@mail.ru

УДК 612:536.7:519.722

ЭНТРОПИЙНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

А.Ф. Иванова

Научный руководитель – д.т.н., профессор А.Н. Коваленко

Одной из важных научных проблем естествознания является решение задачи предсказания поведения изучаемого объекта во времени и пространстве на основе определенных знаний о его начальном состоянии. Эта задача сводится к нахождению некоторого закона, который позволяет по имеющейся информации об объекте в начальный момент времени t_0 в точке пространства x_0 определить его будущее в любой момент времени $t > t_0$. В организме здорового индивидуума обнаружен широкий набор различных временных ритмов. Эти ритмы не всегда отражают строгую периодичность процессов. Анализ ритмов сердцебиения, дыхания, и других процессов свидетельствует о существенных отличиях указанных процессов от периодических. В данной работе в качестве временных ритмов использовались ЭКГ человека.

Наличие хаотической динамики тесно связано с неустойчивостью, присущей фазовым траекториям системы. Именно присутствие неустойчивости создает возможность соединить, казалось бы, несоединимое – динамическую природу системы, т.е. предсказуемость, и хаос, т.е. непредсказуемость.

В данной работе основной задачей было построение математической модели аттрактора, исследуемой динамической системы по результатам, полученным опытным путем и оценивание на неустойчивость системы с помощью показателей Ляпунова. Для 5 пациентов (2 пациента в удовлетворительном состоянии, пациент с летальным исходом, пациент в вегетативном состоянии и пациент с угрозой для жизни), были восстановлены аттракторы динамической системы и посчитаны показатели Ляпунова.

В результате, как видно из графика, для пациентов находящихся в удовлетворительном состоянии, характерны положительные показатели Ляпунова

(рисунок), что говорит о стремлении изначально близких траекторий «разбежаться» друг от друга, т.е. о неустойчивости системы и ее хаотическом характере. А для пациентов в тяжелом состоянии получены отрицательные показатели Ляпунова, что характеризует устойчивость системы, и стремление траекторий сблизиться. Это же подтверждают и восстановленные аттракторы (в те же моменты времени, в которые производился расчет показателей Ляпунова) и полученные динамические тренды корреляционной размерности энтропийного аттрактора сердечного ритма.

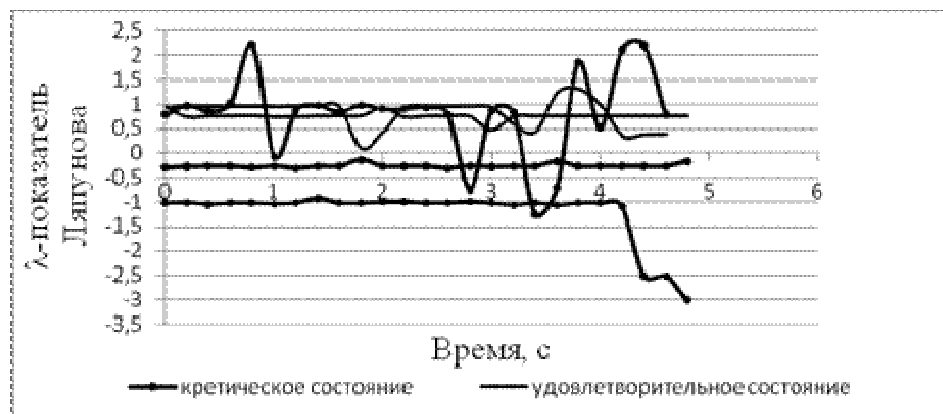


Рисунок. Изменение старшего показателя Ляпунова

Литература

1. Анищенко В.С., Астахов В.В., Вадивасова Т.Е. и др. Нелинейные эффекты в хаотических и стохастических системах/ Под ред. В.С. Анищенко – Москва-Ижевск: Изд-во инст-та. компьют. исследований, 2003.
2. Носырев С.П., Коваленко А.Н., Григорьев В.А. Синергетический подход к диагностике критических состояний человека. – Медицина экстремальных ситуаций, 1999. – № 3.

Громов Дмитрий Сергеевич

Год рождения: 1987

Инженерно-физический факультет, кафедра компьютерной теплофизики и энергофизического мониторинга, группа 6212

Направление подготовки:

140400 Техническая физика

e-mail: deimon_thunder17@rambler.ru

УДК 536.2

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ГИРОСКОПИЧЕСКОГО ПРИБОРА

Д.С. Громов

Научный руководитель – к.т.н., доцент С.В. Тихонов

На точность показаний гироскопического прибора (ГП) большое влияние оказывает тепловой режим. Диапазон температур, в котором должно работать устройство, составляет от -50°C до $+50^{\circ}\text{C}$, в то время как внутри ГП колебания температуры зачастую не должны превышать $0,1^{\circ}\text{C}$. В современной литературе существуют подобные расчеты для других видов ГП, но именно для исследуемого ГП полномасштабные исследования отсутствуют.

Первая часть работы была посвящена расчету узла системы термостатирования (СТС) ГП, состоящего из теплообменника (ТО), термоэлектрического модуля (ТЭМ) и радиатора. На начальной стадии решения задачи была составлена система уравнений (1)–(3), описывающая работу и теплообмен ТЭМ [1]:

$$P_X - P_\Phi = \alpha_{эфф,ТО} (t_{ж} - t_X) S_{ТЭМ}, \quad (1)$$

$$P_X = P_{X, \max} - k(t_\Gamma - t_X), \quad (2)$$

$$P_X + P_{эл} - P_\Phi = \alpha_{эфф,рад} (t_\Gamma - \bar{t}_B) S_{рад}, \quad (3)$$

где P_X – холодопроизводительность ТЭМ; P_Φ – фоновый тепловой поток, Вт; $P_{эл}$ – электрическая мощность ТЭМ; $P_{X, \max}$ – максимальная холодопроизводительность при нулевом перепаде температур для конкретной величины тока I ; $\alpha_{эфф,ТО}$ – эффективный коэффициент теплообмена холодной поверхности ТЭМ с жидкостью, протекающей в трубках теплообменника; $S_{ТЭМ}$ – площадь поверхности ТЭМ; k – параметр ТЭМ; $S_{рад}$ – площадь поверхности основания радиатора; $\alpha_{эфф,рад}$ – эффективный коэффициент теплоотдачи оребренной поверхности; $\bar{t}_B$ – средняя температура воздуха, омывающего радиатор; t_Γ – температура горячей поверхности ТЭМ; t_X – температура холодной поверхности ТЭМ; $t_{ж}$ – температура жидкости (хладагента) в трубках теплообменника.

Также в математическую постановку задачи были введены формулы для нахождения температуры воздушного потока, движущегося вдоль нагретой оребренной поверхности и понятие величины «фоновый» тепловой поток в СТС, который будет присутствовать при нулевом токе в ТЭМ.

Для решения поставленной задачи была написана программа с помощью пакета Scilab. Результаты представлены в виде графиков.

Во второй части работы была рассмотрена СТС ГП в целом с учетом дополнительных требований, сформулированных заказчиком. Необходимо было оценить динамику выхода СТС ГП на режим и время бесперебойной работы.

За основу модели взято одномерное нестационарное уравнение энергии (4) для потока воздуха [2]. Так же в математическую постановку задачи были включены уравнения динамики ядра ГП и динамики ТО.

$$Gc_p \left(\frac{1}{V} \cdot \frac{\partial T_f}{\partial \tau} + \frac{\partial T_f}{\partial x} \right) = \alpha_j F(x) \cdot (T_\Gamma - T_f) + q. \quad (4)$$

Для решения системы был применен метод конечных разностей. За основу принята неявная схема с аппроксимацией производной против потока [3].

Программа для расчета написана в MatLab, результаты представлены в виде графиков для различных вариантов эксплуатации прибора.

Исходя из результатов, полученных в ходе работы, были сделаны выводы и рекомендации: использовать ТЭМ (желательно термостойкие) для выхода ГП на режим; увеличить допустимый ток в ТЭМ; повысить эффективность радиатора; увеличить расход воздуха в СТС.

ГП с измененной, согласно расчетам и рекомендациям, конструкцией находится в производстве. После серии испытаний можно будет сделать выводы о правильности сделанных расчетов и принятых допущений.

Литература

1. Краус А.Д. Охлаждение электронного оборудования. – Л.: Энергия, 1971. – 248 с.

2. Сигалов А.В. Метод поэтапного моделирования теплового режима сложных объектов. Автореферат канд. дисс. – Л.: ЛИТМО, 1983.
3. Андерсон Д. Вычислительная гидромеханика и теплообмен. В 2-х т. т.1 // Д. Андерсон, Дж. Таннехилл, Р. Плетчер. – М.: Мир, 1990. – 384 с.

Румянцев Александр Сергеевич

Год рождения: 1987

Факультет компьютерных технологий и управления, кафедра вычислительной техники, группа 6113

Направление подготовки:

230100 Информатика и вычислительная техника

e-mail: darkstreamray@gmail.com

УДК 004.274

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОЙ СЕТИ НА КРИСТАЛЛЕ

А.С. Румянцев

Научный руководитель – к.т.н., доцент А.О. Ключев

С дальнейшим уменьшением размеров транзисторов и микросхем, вопросы организации отказоустойчивой работы «сетей на кристалле» (СтнК, сетевой коммуникационной среды для «систем на кристалле» (СнК)) будут одними из самых первостепенных вопросов [1]. Эта растущая тенденция подчеркивает важность анализа всех возникающих рисков надежности и необходимость включения комплексных мер защиты во все дизайны СтнК. Реализация традиционных отказоустойчивых подходов в СтнК трудноосуществима или неосуществима из-за ограничений на занимаемую площадь и ресурсы, поэтому нужны иные подходы для создания отказоустойчивых СтнК [2]. Количество работ в данной области очень мало ввиду нахождения концепции СтнК в своем начальном состоянии [3, 4].

В работе был представлен доработанный высокоуровневый симулятор СтнК «*Nirgam*» [5], который использовался в дальнейшем в качестве тестовой среды для исследования различных параметров СтнК. Намечены цели дальнейшего улучшения высокоуровневого симулятора СтнК «*Nirgam*». Дан обзор его возможностей и недостатков.

Был спроектирован эффективный алгоритм арбитража в маршрутизаторах СтнК. Произведено его сравнение с широко используемыми на данный момент подходами к организации арбитража в маршрутизаторах СтнК. Приведены рекомендации по организации арбитража в маршрутизаторах СтнК.

В работе произведена классификация типов отказов и их источников возникновения в СнК, и, в частности, в СтнК. Были рассмотрены существующие подходы к организации отказоустойчивости в СтнК и даны рекомендации по организации отказоустойчивой СтнК.

Представлен разработанный отказоустойчивый адаптивный алгоритм маршрутизации («*DyBM*» – «*Dynamic Back Move*», «Алгоритм динамического продвижения назад») для СтнК, обеспечивающий гарантированную доставку пакетов в СтнК и не использующий таблицы маршрутизации или широковещательную рассылку пакетов. Эффективность данного алгоритма маршрутизации была проверена с помощью доработанного симулятора СтнК «*Nirgam*». Осуществлен анализ характеристик алгоритма маршрутизации «*DyBM*» в различных ситуациях по сравнению с наиболее популярными отказоустойчивыми алгоритмами маршрутизации в СтнК.

Литература

1. Constantinescu C. Trends and challenges in VLSI circuit reliability / C. Constantinescu // IEEE Micro, 2003. – Том 23, № 4. – С. 14–19.
2. Park D. Exploring Fault-Tolerant Network-on-Chip Architectures / D. Park, C. Nicopoulos, J. Kim, N. Vijaykrishnan, C.R. Das // International Conference on Dependable Systems and Networks, 2006. – С. 93–104.
3. Benini M. Networks on chips: a new SoC paradigm / L. Benini, G. De Micheli // IEEE Computer, 2002. Том 35, № 1. – С. 70–78.
4. Micheli G. De Networks on Chips: Technology and Tools (Systems on Silicon) / G. De Micheli, L. Benini // Morgan Kaufmann Publishers. – США: 2006. – 453 с.
5. Симулятор СтнК Nirgam [Электронный ресурс] / L. Jain. – Режим доступа: <http://nirgam.ecs.soton.ac.uk/>, свободный.

Тарлаков Иван Борисович

Год рождения: 1985

Факультет компьютерных технологий и управления, кафедра вычислительной техники, группа 6114

Направление подготовки:

230100 Информатика и вычислительная техника

e-mail: srube@bk.ru

УДК 681.2.084

ВСТРАИВАЕМЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СЕМЕЙСТВА ПРИБОРОВ ДИАГНОСТИКИ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ

И.Б. Тарлаков

Научный руководитель – к.т.н., доцент А.Е. Платунов

Сегодня конструкция двигателя Дизеля и, в первую очередь, его топливная аппаратура активно совершенствуются. Оборудование для диагностики дизельных систем развивается недостаточно быстро. Современные дизельные двигатели состоят из множества сложных узлов и агрегатов, которые управляются электроникой [1]. Усложнение топливных систем естественно приводит к усложнению диагностики их работоспособности. Хотя современные автомобили и имеют собственные системы контроля, состояния основных датчиков, узлов и параметров [3], они могут лишь приблизительно указать на неисправность, а иногда и вовсе ввести в заблуждение специалиста. Анализ существующих решений данной проблемы показал, что из-за несовершенства вычислительных систем приборов, либо по коммерческим соображениям не существует оборудования способного работать с различными производителями узлов и агрегатов дизельных топливных систем, и создание таких вычислительных систем на сегодняшний день очень актуально.

В работе были рассмотрены проблемы создания вычислительных систем для оборудования диагностики топливной аппаратуры, определены основные типы оборудования и их функции, а также разработаны архитектуры встраиваемых вычислительных систем и выработаны рекомендации для создания серий приборов диагностики топливных систем.

Для проверки работоспособности полученных решений были разработаны экспериментальные приборы. Данные приборы были созданы на базе финской компании OY STARDEX Ltd [2] и имеют названия Common Rail System Drive 0201, и

Common Rail Injector Tester 0301. Приборы внедрены в специализированные топливные сервисные организации в России, Финляндии, Белоруссии, Украины. С апреля 2010 года эти приборы производятся серийно.

Литература

1. Системы управления дизельными двигателями. Перевод с немецкого. С40 Второе русское издание. М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2009. – 480 с.
2. <http://www.stardex.fi/EQUIPMENT>
3. Дервянко В.А. Системы впрыска топлива Bosch. М.: Петит, 2009. – 319 с.

Попов Роман Игоревич

Год рождения: 1986

Факультет компьютерных технологий и управления, кафедра вычислительной техники, группа 6114

Направление подготовки:

230100 Информатика и вычислительная техника

e-mail: ripopov@gmail.com

УДК 004.436.2

СОЗДАНИЕ СПЕЦИФИКАЦИЙ ПРОЦЕССОРНОГО ЯДРА СРЕДСТВАМИ ЯЗЫКА SYSTEMVERILOG

Р.И. Попов

Научный руководитель – к.т.н., доцент А.Е. Платунов

Проектирование сложного аппаратного обеспечения, такого как современные процессорные ядра, является комплексной задачей, включающей в себя ряд последовательных этапов. Если рассматривать только логический уровень проектирования, то можно выделить следующие важные этапы: архитектурную спецификацию, разработку архитектурной модели, спецификацию микроархитектуры, реализацию отдельных функциональных блоков (на уровне регистровых передач) и реализацию полной модели системы (full-chip model) [1]. С каждым новым этапом детализация проекта возрастает во всех его аспектах, будь то функциональность, структура или синхронизация вычислений во времени.

Самым сложным шагом является переход от архитектуры к микроархитектуре, когда функциональная модель преобразуется в структурную, а вычисления планируются потактово. Очень часто этот переход сопровождается внесением большого числа различных ошибок. Традиционно, для их устранения создается сложное тестовое окружение, и проводится длительный процесс функциональной верификации. Этот процесс может занимать более половины от времени разработки аппаратной системы [2].

Существует несколько способов сократить разрыв между архитектурой и микроархитектурой и ускорить процесс верификации. Одним из них является формальная спецификация системы на уровне микроархитектуры и верификация на основе спецификаций. Целью данной работы являлось исследование этого подхода и его применение в задаче верификации процессорного ядра с архитектурой RISC.

В качестве языка для создания спецификаций был выбран язык SystemVerilog и его подмножество – SystemVerilog Assertions, предназначенное для специфицирования функциональности с помощью утверждений в линейной темпоральной логике. Этот

выбор обусловлен хорошим уровнем поддержки языка в существующих САПР для проектирования цифровой электроники.

В работе представлен подход к созданию спецификаций процессора, начиная от уровня отдельных функциональных блоков и заканчивая спецификациями уровня микроархитектуры. Рассмотрен процесс специфицирования системы команд процессора и его поведения в процессе инициализации и обработки исключительных ситуаций.

На основе созданных в работе спецификаций была проведена верификация процессора с помощью современных EDA пактов. Представлена эффективная методика использования средств симуляции и формального анализа, а также их совместного использования для осуществления динамической формальной верификации.

Основными результатами работы являются.

1. Методика создания спецификаций процессорного ядра по принципу «снизу-вверх». Сначала специфицируются и верифицируются простые аппаратные блоки, после чего создается спецификация уровня микроархитектуры. В работе детально рассмотрены проблемы создания такой спецификации и предложены пути их решения.
2. Подробный анализ средств верификации на основе спецификаций. В работе рассмотрен большой набор RTL симуляторов и средств формального анализа моделей аппаратуры.

Литература

1. David L. Weaver. OpenSPARC Internals / David L. Weaver ,Sun Microsystems, 2008. – С. 85–120.
2. Janick Bergeron. Writing Testbenches using SystemVerilog / Janick Bergeron Springer, 2006. – С. 1–22.

Кудрявцева Татьяна Александровна

Год рождения: 1987

Факультет компьютерных технологий и управления, кафедра вычислительной техники, группа 6111

Направление подготовки:

230100 Информатика и вычислительная техника

e-mail: t_kud@list.ru

УДК 003.26.09

ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ МЕТОДОВ СТЕГАНОГРАФИИ НА ОСНОВЕ СТЕКА TCP/IP ПРОТОКОЛОВ И ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Т.А. Кудрявцева

Научный руководитель – д.т.н., профессор А.Ю. Тропченко

В настоящее время самым распространенным применением классической компьютерной стеганографии является сокрытие информации в изображениях. Однако эффективность большинства программных реализаций известных методов стеганографии не превышает 15% [1], однако согласно исследованиям существуют возможность повышения эффективности до 60% [2] при этом, не влияя на устойчивость к различного рода атакам. Но вследствие распространенности программных средств и методов сокрытия информации в изображениях повышается вероятность детектирования таких стегосистем. Одним из вариантов решения данной проблемы является использование нераспространенных типов стеганографии, таких как сетевая стеганография [3]. Но существуют проблемы их

применимости из-за немногочисленности исследований и отсутствия доступных инструментальных средств.

В данной работе были проведены исследования, разработаны инструментальные средства и выявлены методы сокрытия информации в изображениях, позволяющие решить проблему низкой эффективности, и приведены теоретические обоснования полученных решений.

Также проведены исследования в области методов стеганографии на основе TCP/IP. Разработаны новые методы сокрытия информации, используя контейнер TCP/IP. Созданы инструментальные средства, использующие разработанные методы стеганографии.

Литература

1. Быков С.Ф. Алгоритм сжатия JPEG с позиций компьютерной стеганографии. – Защита информации. Конфидент, 2000. – № 3.
2. Ramkumar M. Data Hiding in Multimedia. PhD Thesis. – New Jersey Institute of Technology, 1999. – 72 p.
3. Steven J. Murdoch, Stephen Lewis. Embedding Covert Channels into TCP/IP. – 7th Information Hiding Workshop, Barcelona, Catalonia (Spain), June 2005.

Губайдуллина Лейсян Рамилевна

Год рождения: 1987

Факультет компьютерных технологий и управления, кафедра информатики и прикладной математики, группа 6125

Направление подготовки:

230100 Информатика и вычислительная техника

e-mail: salavat-leisan@yandex.ru

УДК 004.93'14

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ВЫБОРА РЕШАЮЩЕГО ПРАВИЛА ДЛЯ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ ОБНАРУЖЕНИЯ

Л.Р. Губайдуллина

Научный руководитель – д.т.н., профессор А.В. Демин

Несмотря на разнообразие книг касающихся данной темы, информация о практическом применении методов обнаружения объектов, критериев принятия решений при обнаружении и методов распознавания объекта оптико-электронной системой, ограничена, поскольку существующие проектные решения в данной области являются коммерческими и недоступными для свободного пользования. Традиционный подход к построению предлагает рассматривать лишь вопросы построения систем, предназначенных для решения конкретных прикладных задач. Такие алгоритмы, как правило, не являются переносимыми и не могут быть повторно использованы для решения других аналогичных задач. В данной работе был предложен унифицированный алгоритм, позволяющий выбрать решающее правило для оптико-электронных систем (ОЭС) обнаружения: критерий принятия решения при обнаружении и метод распознавания, и позволяет работать ОЭС обнаружения достоверно в данной ситуации. Алгоритм является переносимыми, так как может быть применен для обнаружения и распознавания любых объектов.

Дано пространство предметов, в котором с определенной вероятностью, находится искомая категория объекта. При помощи компоненты управления, в которой

предварительно задается источник обнаружения, необходимо принять решение о существовании объекта, т.е. решить задачу обнаружения. При этом руководствуются различными критериями принятия решения при обнаружении [1]. Понятие объект, подразумевает, однозначно определенную сущность, которой может быть дано имя, т.е. необходимо решить задачу распознавания. Как только стало известно о существовании объекта в области наблюдения, производится измерение его признаков измерительными приборами, обработка и формирование вектора признаков. Вектор признаков, описывающий объект должен оптимальным образом соответствовать пространству классов, а именно от количества признаков зависит эффективность дискриминантного анализа. Существует два подхода оптимизации вектора признаков, это селекция и извлечение. Следующим звеном на пути к идентификации объекта стоит этап классификации – отнесение объекта к тому или иному классу по заранее определенному правилу [2].

В работе был предложен алгоритм, позволяющий выбрать решающее правило для ОЭС обнаружения, т.е. алгоритм, который позволяет работать ОЭС обнаружения достоверно в данной ситуации. Описанный алгоритм является переносимым, так как может быть применен для обнаружения и распознавания любых объектов, ограниченный лишь их формой представления. Таким образом, предложенное решение позволяет существенно снизить трудозатраты по разработке алгоритмов и повышает возможности повторного использования, а также расширяет сферу применения и открывает новые пути применения ОЭС. Разработка программного комплекса велась в среде DevC++. К настоящему моменту разработаны процедуры: метод обнаружения однократным отсчетом; критерии принятия решения при обнаружении; методы селекции и распознавания; управляемое обучение классификатора, а так же дискриминантный анализ [3]. Находятся в разработке процедуры: оптимальной фильтрации реализаций; методы извлечения, неуправляемого обучения и кластеризации. Программа интегрируется с программным комплексом GNUPlot, для визуализации графических представлений. Для тестирования и отладки программного комплекса был написан модуль генерации реализаций – аддитивная функция шума, распределенного по нормальному закону и линейному сигналу. В дальнейшем планируется отладка алгоритма на реализациях, полученных от реальных измерительных приборов.

Литература

1. Ван Трис. Теория обнаружения, оценок и модуляции (том 1).: Пер. с англ. – М.: Советское радио, 1972. – 742 с.
2. Горелик А.Л. Селекция и распознавание на основе локационной информации.: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1990. – 240 с.
3. Anil K.J., Robert P.W., Jianchang Mao. Statistical Pattern Recognition: A Review. 2000. – 34 с.

Токалов Никита Сергеевич

Год рождения: 1987

Факультет информационных технологий и программирования, кафедра компьютерных технологий, группа 6538

Направление подготовки:

010500 Прикладная математика и информатика

e-mail: Nikita.Tokalov@gmail.com**УДК 004.932.1****ПРИМЕНЕНИЕ РЕШЕТЧАТОГО КВАНТОВАНИЯ
ДЛЯ СЖАТИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ****Н.С. Токалов****Научный руководитель – д.т.н., профессор Б.Д. Кудряшов**

Изображения, а в частном случае графические изображения, обычно несут большие объемы информации и соответственно передаются и записываются в виде файлов значительных размеров. Так, например, фотографическое изображение размером 1024×1024 пикселей с глубиной цвета 24 бита занимает около 3 Мбайт памяти, отсканированная цветная фотография 9×13 см с разрешением 600 точек на дюйм более 18 Мбайт, а одна секунда видеофильма телевизионного качества (720×486 пикселей) требует уже примерно 30 Мбайт. В реальных приложениях необходимо хранить и передавать не только сотни фотографий, но и полнометражные видеофильмы. Поэтому эффективное функционирование и развитие систем хранения, обработки, передачи информации невозможно без использования методов сжатия изображений. Вследствие развития информационных технологий в области цифровой техники, требования, предъявляемые к сжатию изображений, неуклонно растут. Сжатие информации без потерь уже не отвечает современным требованиям. Это привело к появлению алгоритмов, сжимающих изображения с потерями. Задача сжатия изображений с потерями заключается в уменьшении объема данных, описывающих изображение, при возможном ухудшении качества столь незначительном, что человеческий глаз не в состоянии уловить существенных различий. Основу современных стандартов сжатия изображений с потерями составляют алгоритмы, основанные на механизме скалярного квантования. Однако с ростом производительности компьютерной техники появились новые подходы, позволяющие значительно улучшить качество и увеличить степень сжатия. Алгоритмы сжатия, основанные на идее векторного квантования, дают лучшее качество изображения при той же степени сжатия, хотя и требуют большего числа вычислений. Снижения сложности векторного квантования связано с применением квантователей на основе многомерных числовых решеток. Наибольший практический интерес представляют, близкие к оптимальным, решетки над двоичными сверточными кодами. Однако, задача оптимизации сжатия изображений еще далека от своего завершения [1].

В рамках настоящей работы была поставлена цель: повысить эффективность сжатия изображений за счет модификации векторного квантования на основе решеток над сверточными кодами.

Теоретические исследования основаны на использовании теории информации, теории кодирования источников, математической статистики, теории вероятности, основ машинной графики, теории обработки и анализа изображений. В экспериментальных исследованиях разработанных моделей, методик и алгоритмов применялись методы системного анализа, прикладной теории информации, кодирования изображений, цифровой обработки изображений и машинной графики,

основы системного программирования и имитационного моделирования. Была осуществлена программная реализация и тестирование методов и их алгоритмов в среде MatLab [3] с последующей проверкой разработанных теоретических положений и оценкой полученных результатов, включающей сравнение с существующими методами.

В настоящей исследовательской работе.

1. Проведен анализ различных модификаций квантования на основе решеток над сверточными кодами скорости $\frac{1}{2}$ применительно к задаче сжатия с целью повышение эффективности сжатия изображений.
2. Описан метод использования векторного квантователя на основе решеток над сверточными кодами скорости $\frac{1}{2}$ применительно к задаче сжатия изображений [6].
3. Показано, что применение векторного квантования на основе решеток над бинарным сверточным кодом скорости $\frac{1}{2}$ с расширенной многомерной нулевой зоной позволяет улучшить характеристики сжатия изображений, по сравнению со скалярным квантователем, традиционно применяемым в рамках стандарта JPEG.

Научная новизна результатов исследования, полученных лично автором, заключается в предложении и исследовании схемы обработки изображения для эффективного их сжатия за счет применения модификации векторного квантования на основе решеток над сверточными кодами.

Практическая значимость работы заключается в применении новых эффективных методик и алгоритмов сжатия изображений, основанных на модификации векторного квантователя на основе решеток над сверточными кодами, практическое применение которых повысит качественные характеристики систем архивирования данных и передачи графической информации по каналам связи [8].

Литература

1. Kudryashov B.D., Yurkov K.V. Linear code-based vector quantization for independent random variables // Computer Science: Information Theory. – [б.м.]: Cornell University, 2008. – arXiv: Cornell University Library.
2. Вернер М. Мир программирования: Основы кодирования: учебник для ВУЗов = Основы кодирования / перев. Зигангирова Д.К. – М.: Техносфера РИЦ ЗАО, 2006. – С. 386.
3. Гонсалес Р., Вудс Р., Эддинс С. Цифровая обработка изображений в среде MatLab / перев. Чепыжова В.В. – М.: Техносфера РИЦ ЗАО, 2006. – С. 615.
4. Морелос-Сарагоса Р. Мир связи: Искусство помехоустойчивого кодирования. Методы, алгоритмы, применение = Искусство помехоустойчивого кодирования / перев. Афанасьева В.Б. – М.: Техносфера РИЦ ЗАО, 2005. – С. 320.
5. Штарк Г.-Г. Мир цифровой обработки: Применение вейвлетов для ЦОС = Применение вейвлетов для ЦОС / ред. Кюркчан А.Г. / перев. Смирнова Н.И. – М.: Техносфера РИЦ ЗАО, 2007. – С. 192.
6. Юрков К.В. Векторное квантование на основе кодов, исправляющих ошибки // Автореферат. – М.: ГУАП, 2008.
7. Salomon D. Computer Graphics and Geometric Modeling. – New York: Springer-Verlag, 1999.
8. Bocharova I. Compression for Multimedia. – Lund: Lund University, 2009.

Гниломёдов Иван Иванович

Год рождения: 1986

Факультет информационных технологий и программирования, кафедра компьютерных технологий, группа 6538

Направление подготовки:

010500 Прикладная математика и информатика

e-mail: zilsmail@gmail.com**УДК 519.682.5****НЕЧЕТКИЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ ПОСРЕДСТВОМ ПЕРЕГОВОРОВ
ПРОГРАММНЫХ АГЕНТОВ****И.И. Гниломёдов****Научный руководитель – к.ф.-м.н., мл.н.с. С.И. Николенко**

(Санкт-Петербургское отделение Математического института им. В.А. Стеклова РАН)

Предложен новый метод кодирования и интерпретации нечетких алгоритмов, основанный на процессе переговоров программных агентов [1]. Классическая схема нечеткого вывода может быть представлена, как частный случай предложенного метода. Новый подход позволяет интерпретировать классические нечеткие алгоритмы более гибким способом, а так же дает возможность использования при нечетком программировании такие синтаксические конструкции, как FOR_EACH, FOR, WHILE (в классических нечетких правилах эти конструкции не применяются). В ходе исследования в рамках предложенного метода был разработан и экспериментально опробован ряд нечетких эвристических алгоритмов, решающих задачу расположения заводов (Facility Location Problem, FLP) [2].

Подход состоит в том, что синтаксическим конструкциям нечеткой программы сопоставляются агенты, или группы агентов. Далее запускается процесс автоматических переговоров, в ходе которых агенты могут, как прийти к общему решению, так и разбиться на конкурирующие коалиции [3]. В результате соревнования между коалициями формируется окончательный ответ.

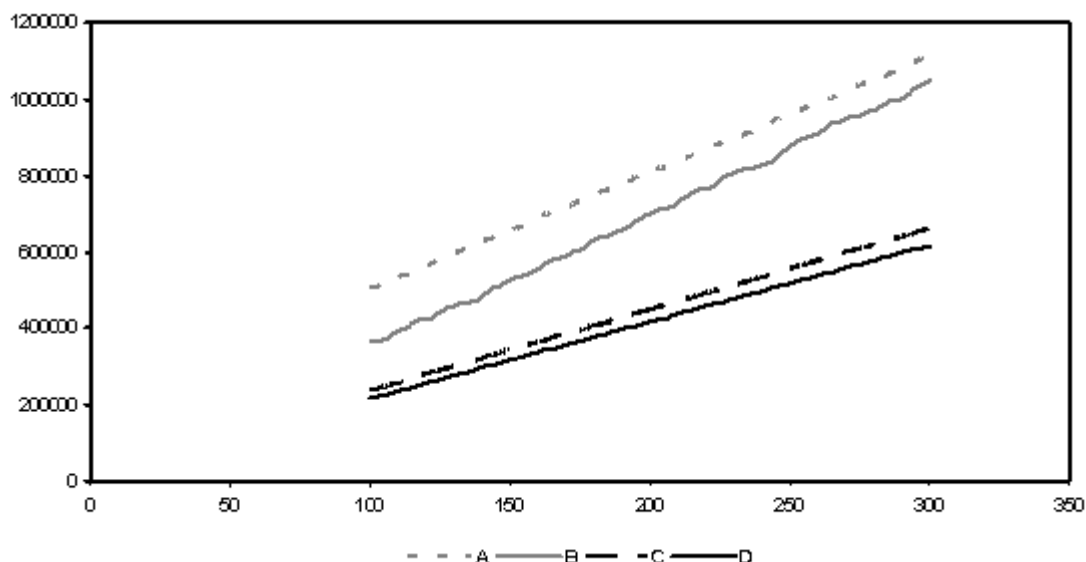


Рисунок. График стоимостей решений Facility Location Problem

Суть эксперимента – соревнование ряда алгоритмов, решающих FLP. На рисунке приведены результаты эксперимента. Здесь А – наивный эвристический алгоритм (реализует самую простую логику для нахождения решения FLP); В – широко

известный factor-3 алгоритм для решения FLP [2]; C – тривиальный нечеткий эвристический алгоритм (используется простое конкурирующее поведение агентов для реализации локального поиска), наконец D – продвинутый нечеткий эвристический алгоритм (реализует сложное конкурирующее и кооперативное поведение агентов). Как видно из графиков, на всем множестве задач нечеткие эвристические алгоритмы выдавали результаты примерно в полтора-два раза лучше, чем factor-3 алгоритм.

Литература

1. Jang J.R. Neuro-Fuzzy and Soft Computing / Tsing Hua University, Taiwan 1997. – 640 [1]p.
2. Vazirani V.V. Approximation Algorithms (2nd ed.) / Springer. ISBN 3-540-653667-8 2003 [2] – 375 [1]p.
3. Jos' M. Vidal. Fundamentals of Multiagent Systems with NetLogo Examples / University of Technologies, Venna 2009. – 157[1]p.

Красс Александр Леонидович

Год рождения: 1986

Факультет информационных технологий и программирования, кафедра компьютерных технологий, группа 6538

Направление подготовки:

010500 Прикладная математика и информатика

e-mail: alexander.krass@gmail.com

УДК 57.088.1

МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕЖКОНФОРМАЦИОННЫХ БЕЛКОВЫХ ДВИЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПА УСРЕДНЕННОГО ДЕЙСТВИЯ

А.Л. Красс

**Научные руководители: д.ф.-м.н., доцент Е.О. Степанов,
к.м.н., доцент Ю.Б. Порозов**

В настоящее время в структурной биологии белков существует несколько методов моделирования межконформационных переходов макромолекул [1–4]. Все эти методы условно можно разделить на две группы: методы расчета молекулярной динамики молекулы и методы, основанные на анализе геометрических свойств молекул без учета их энергии или с очень упрощенным ее расчетом. И та и другая группа обладает как достоинствами, так и недостатками. Ключевыми недостатками первой группы являются высокие временные затраты, повышенные требования к вычислительным мощностям, невозможность выхода из близлежащей к стабильному состоянию энергетической области. Основной недостаток методов второй группы – это грубые нарушения геометрии белка, возникающие при моделировании. В данной работе предложен и реализован новый метод моделирования межконформационных переходов белковых молекул [5], который лишен недостатков, присущих методам, базирующимся на геометрии молекул и позволяющий проводить расчеты на порядки быстрее, чем молекулярно-динамические методы. Сравнение предложенного метода с аналогами показало его эффективность и точность.

Молекула белка имеет несколько стабильных нативных состояний (конформаций) и постоянно переходит между ними под влиянием изменения pH, температуры или взаимодействия с другими молекулами. Как правило, существует несколько траекторий

переходов между двумя конформациями. Проблема определения оптимальной траектории перехода является открытой и очень важной для биологов и фармакологов.

Была разработана новая математическая модель, представляющая белок в виде ломаной, узлы которой соответствуют атомам основной цепи молекулы. Массы боковых цепей каждой аминокислоты рассчитываются и переносятся в соответствующий ей узел ломаной. Для этой модели можно построить функционал стоимости перехода:

$$I(f) = \inf_{l(f)} \sum_{j=1}^m l_j(f) m_j,$$

где f – липшицева функция допустимого перехода между конформациями; $l(f)$ – это путь, пройденный узлом j при движении в соответствии с функцией f ; m_j – это масса, сконцентрированная в узле j .

Минимизация функционала производится при помощи метода градиентного спуска. Однако при моделировании возникла следующая проблема: в процессе вычислений необходимо провести «факторизацию» по всем твердотельным перемещениям молекулы, что также было учтено в используемом методе моделирования и разработанном программном обеспечении.

Предложенный метод показал наилучшие результаты по критериям, связанные с корректностью геометрии структуры белковой молекулы. В рамках дальнейших исследований планируется уточнить модель. Будут учтены и предотвращены самопересечения основной цепи молекулы и проведены исследования различных методов поиска глобального минимума функционала стоимости. Также планируется внедрить предложенный метод как веб-сервис для биологов, позволяющий проводить моделирование белковой подвижности on-line. Разработанная математическая модель и получаемые с ее помощью результаты могут быть полезны исследователям в области фармакологии при разработке новых лекарственных средств.

Литература

1. Zheng, W. Protein conformational transitions explored by mixed elastic network models [Text] / W. Zheng, B.R. Brooks, G. Hummer // *Proteins*, 2007. – Vol. 69, №1. – P. 43–57.
2. Karplus, M. Molecular dynamics and protein function [Text] / M. Karplus, J. Kuriyan // *Proc. Natl. Acad. Sci*, 2005. USA. – 102. – P. 6679–6685.
3. Raveh B., Enosh A., Schueler-Furman O., Halperin D. Rapid Sampling of Molecular Motions with Prior Information Constraints / B. Raveh, A. Enosh, O. Schueler-Furman, D. Halperin. // *PLoS Computation Biology*, 2009. – Vol. 5 (2). e1000295.
4. Zoppé, M. Using Blender for molecular animation and scientific representation [Text] / M. Zoppé, Y. Porozov, R. Andrei, S. Cianchetta, M.F. Zini, T. Loni, C. Caudai, M. Callieri // *Proc. Blender Conference 2008*, October 24–26, 2008, Amsterdam. – P. 6.
5. Красс А.Л. Вычисление оптимальной траектории перехода между конформациями белковых молекул / А.Л. Красс, И.Р. Акишев, О.А. Дахин, И.И. Гниломедов, С.И. Николенко, Ю.Б. Порозов, Е.О. Степанов // *ИММВИИ: сб. научн. тр.* / Коломна, 2009. – Т. 2. – С. 156–170. – Библиогр.: с. 170.

Кулев Владимир Анатольевич

Год рождения: 1987

Факультет информационных технологий и программирования, кафедра компьютерных технологий, группа 6538

Направление подготовки:

010500 Прикладная математика и информатика

e-mail: me@lightoze.net

УДК 519.682.5

**МЕТОД ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ
МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОТИВОБОРСТВУЮЩИХ ПОПУЛЯЦИЙ
АВТОМАТНЫХ ПРОГРАММ**

В.А. Кулев

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

Работа заключалась в создании метода генетического программирования, позволяющего улучшить способ построения функции приспособленности для генетических алгоритмов, проводящих тестирование особей путем симуляции окружающей среды. В ходе работы был проведен анализ существующих подходов и методов оценки приспособленности особей в генетических алгоритмах, генерирующих конечные автоматы.

Разработанный модифицированный генетический алгоритм был интегрирован в инструментальное средство для генерации конечных автоматов при помощи генетических алгоритмов и с его помощью проведено экспериментальное исследование предложенного метода.

Исследовательская часть заключалась в анализе применимости предложенного метода к различным задачам генерации автоматных программ.

В ходе исследований на ряде тестовых задач было показано, что разработанный подход применим для генерации автоматных программ в задачах, где поведение окружающей среды может быть описано с помощью конечного автомата.

Расширено и доработано инструментальное средство GAAP (Genetic Algorithms for Automata-based Programming), включающее в себя реализацию разработанной и предлагаемых ранее методик. Разработанное средство успешно применено в ходе экспериментального исследования.

Данная работа позволяет повысить эффективность применения генетического программирования для автоматизированного построения автоматных программ в задачах управления. Разработанное инструментальное средство позволяет повысить уровень автоматизации построения управляющих автоматов для задач, в которых поведение окружающей среды может быть описано с помощью конечного автомата.

Литература

1. Каширин В.В. Метод модификации оценочной функции для оптимизации работы генетического алгоритма, генерирующего конечные автоматы, 2008.
2. Поликарпова Н.И., Шалыто А.А. Автоматное программирование. Учебно-методическое пособие, 2007.

Амоскина Елена Александровна

Год рождения: 1987

Факультет точной механики и технологий, кафедра измерительных технологий и компьютерной томографии, группа 6665

Направление подготовки:

200100 Приборостроение

e-mail: hellya@bk.ru

УДК 681.2.088

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ
ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ШУМА И ПОВЫШЕНИЯ РАЗРЕШЕНИЯ
В МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ**

Е.А. Амоскина

Научный руководитель – к.т.н., доцент А.О. Казначеева

Магнитно-резонансная (МР) томография одна из высокотехнологичных методик, позволяющих неинвазивно получить детальную информацию об анатомических структурах организма. Однако МР-изображения, полученные с высоким временным или пространственным разрешением, как правило, характеризуются низким соотношением сигнал/шум. Появление шума имеет как аппаратную, так и физиологическую природу и в различной степени влияет на качество и интерпретацию медицинских данных (в зависимости от параметров и типа сбора данных, исследуемой области). Данная проблема особенно актуальна при отображении процессов на молекулярном уровне с помощью эхо-планарного отображения, и визуализации тонких структур (нервы, микро-структуры). Наиболее общим путем снижения шума является усреднение по нескольким наборам данных, однако в этом случае существенно увеличивается продолжительность исследования, что вносит значительные ограничения при исследованиях пациентов. Поэтому, одним из основных направлений развития МР-томографии с высоким разрешением является подавления шума изображений. Целью работы являлось повышение точности измерений в МР-томографии.

Существует целый ряд методов подавления шума изображений, от классической фильтрации Винера до современных нейронных сетей и вейвлет-анализа [1–5]. В большинстве работ для подавления шума вейвлеты применяются к реконструированным изображениям, однако, более корректно устранять Гауссов шум из обеих частей комплексного пространства МР-данных. В данной работе выполнен сравнительный анализ эффективности многоуровневого вейвлет-анализа, применяемого к k -пространству фазово-частотного распределения сигнала и сравнение реконструированного изображения с результатом аналогичной фильтрации, применяемой непосредственно к МР-томограмме и используемой в настоящее время для обработки изображений.

В работе были решены следующие практические и теоретические задачи:

1. анализ и сравнение существующих методов повышения качества изображений при наличии артефактов изображений и оценка их влияния на информативность данных;
2. разработка метода исследования влияния вейвлет-фильтров на точность передачи пространственного разрешения и на соотношение сигнал/шум;
3. разработка методов и средств обработки томографических изображений, позволяющих повысить соотношение сигнал/шум и устранить наиболее характерные артефакты при сокращении времени сканирования;

4. разработка и тестирование алгоритмов и программ шумоподавления, работающих с данными в исходном формате томографа, позволяющих снизить временные затраты на обработку данных и объем требуемой машинной памяти.

В работе был проведен статистический анализ МР-исследований, выполненных в трех медицинских учреждениях: в Медицинской академии последипломного образования (томограф GE Signa Infinity 1,5 Тл), в международной клинике MEDEM (томограф GE Signa HDx 3 Тл), в Ленинградской областной детской клинической больнице (томограф GE Signa HDe 1,5 Тл) за период от 2 до 18 месяцев. Анализ проводился для выявления наиболее часто исследуемых анатомических областей и РЧ-катушек, что в дальнейшем использовалось для выявления области исследования нуждающейся в повышении пространственного разрешения и обоснования предлагаемого вида коррекции (яркостная коррекция для поверхностных катушек).

В работе использовались методы шумоподавления, основанные на применении вейвлет-анализа изображений. Обработка данных включала разложение сигнала с помощью вейвлетов Добеши (2–7 порядка), расчет детализирующих коэффициентов, восстановление изображения. Вейвлет-анализ применялся как к реконструированным изображениям биологических объектов и фантомов, так и к измеренным ЯМР-сигналам (k -пространство данных). Эффективность оценивалась количественно и качественно и осуществлялась для томограммы, полученной с одним усреднением ЯМР-сигналов, изображения реконструированного из k -пространства после подавления шума комплексных данных, для обработанной с помощью вейвлет-анализа МР-томограммы и изображения, полученного с большим числом усреднений (8–20) сигнала. Результаты сравнивались с обработкой медианным, ранговым и адаптивным фильтрами. Эффективность подавления шума с помощью вейвлетов достигает 70% без потери деталей и позволяет повысить пространственное разрешение на 54%. Предложена методика яркостной коррекции радиочастотной неоднородности в магнитно-резонансной томографии (МРТ), которая позволяет снизить среднее значение и среднеквадратическое отклонение шума на 52%. Выполнена оценка влияния вейвлет-шумоподавления на точность сегментации структур объектов [6], которая с использованием вейвлетов возросла с 29% до 99,8%.

Экспериментальные исходные данные и томограммы для фантомов и биологических объектов получены на МРТ Signa HDe фирмы General Electric с полем 1,5 Тл. В результате работы внедрение предлагаемых алгоритмов подавления шума МР-изображений на основе вейвлет-анализа и яркостной коррекции томограмм, позволило повысить качество и диагностическую ценность структурных исследований, сократить время пребывания пациентов в магнитном поле, повысить разрешающую способность оборудования.

Имеется акт внедрения результатов работы в ЛО ГУЗ «Детская клиническая больница».

Литература

1. Alexander M.E., Baumgarther R., Summers A.R. et. al. A wavelet-based method for improving signal-to-noise ratio and contrast in MR images // Magnetic Resonance Imaging, 2000. – Vol. 18. – Pp. 169–180.
2. Астафьева Н.М. Вейвлет-анализ: основы теории и примеры их применения // Успехи физических наук. – 1996. – Т. 166, №11. – С. 1145–1170.
3. Давыдов А.В. Курс Лекций. Сигналы и линейные системы. – <http://prodav.exponenta.ru/signals/index.html>
4. Власюк А.В., Казначеева А.О. Повышение качества изображений с помощью

- вейвлет-аппроксимаций // Сборник трудов конференции молодых ученых. Выпуск 2. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. – С. 124–129.
5. Казначеева А.О., Власюк А.В., Кудряшов А.В. Возможности вейвлет-преобразований в повышении точности измерений параметров диффузии в МРТ // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО. – 2009. – №5. – С. 86–91.
6. Zhang H., Fritts J.E., S.A. Goldman. Image Segmentation Evaluation: A Survey of Unsupervised Methods. // Computer Vision and Image Understanding. – 2008. – Vol.110, №2. – P. 260–280.

Пшенко Ольга Андреевна

Год рождения: 1986

Факультет точной механики и технологий, кафедра нанотехнологий и материаловедения, группа 6676

Направление подготовки:

200100 Приборостроение

e-mail: Zubanova_OA@mail.ru

УДК 548, 546.06

**СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ, ХИМИЧЕСКОЙ
УСТОЙЧИВОСТИ И ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДВУХФАЗНЫХ СТЕКОЛ
СИСТЕМЫ K_2O - Na_2O - B_2O_3 - SiO_2**

О.А. Пшенко

Научный руководитель – д.х.н., доцент Т.В. Антропова

(Институт Химии силикатов им. И.В. Гребенщикова РАН)

В связи с развитием технологий возникает необходимость разработки научных основ создания новых функциональных материалов [1]. Их примером выступают пористые стекла (ПС) – продукты химического травления двухфазных стекол оксидных стеклообразующих щелочноборосиликатных (ЩБС) систем. Исходное двухфазное ЩБС стекло должно удовлетворять требованиям: 1) непрерывность взаимопроникающих фаз; 2) растворимость одной из фаз в водных растворах; 3) сохранение в процессе этого взаимодействия кремнекислородных связей в химически стойкой фазе стекла. Интересна система Na_2O - K_2O - B_2O_3 - SiO_2 в связи с тем, что вследствие частичной замены Na_2O на K_2O можно ожидать: а) изменения структуры двухфазных стекол [2]; б) увеличения скорости кислотного травления (выщелачивания) двухфазного стекла из-за облегчения диффузионных процессов [3]; в) изменения характеристик ПС. Сведения о систематических исследованиях влияния введения K_2O в базовую натриевоборосиликатную систему на параметры структуры и свойства двухфазных стекол в известной литературе отсутствуют.

В работе были синтезированы двухфазные стекла состава xNa_2O -(8-x) K_2O -y B_2O_3 -z SiO_2 [(1) y=22, z=70; (2) y=32, z=60)] мол. % способом варки из шихты и термообработки при 550°C. Исследованы: плотность, объемная концентрация, структура, температура стеклования, светопропускание в видимой области, химическая устойчивость, теоретический и экспериментальный выход компонентов стекла в раствор в процессе выщелачивания, оценена скорость выщелачивания образцов. Получено 2 типа новых ПС и исследованы параметры их структуры. Установлено влияние состава исходных стекол (содержания кремнезема, соотношения щелочных оксидов) на двухфазные и пористые стекла. Показано, что увеличение содержания кремнезема приводит к формированию разных типов структуры, увеличению

температуры стеклования легкоплавкой фазы и к увеличению химической устойчивости стекла. Во всех случаях установлено проявление влияния полищелочного эффекта, который выражается в экстремальном характере зависимостей структурно-чувствительных свойств от соотношения $K_2O/(K_2O+Na_2O)$. При равном содержании оксидов щелочей в стекле на зависимостях, характеризующих температуру стеклования и химическую устойчивость, наблюдаются экстремумы. Установлена корреляция между коэффициентами пропускания стекол в видимой области спектра и размерами фазовых неоднородностей.

Полученные данные дают основания для продолжения работы, поскольку они доказывают, что меняя состав двухфазных стекол (содержание SiO_2 или оксидов Na и K) возможно регулировать параметры структуры получаемых ПС.

Литература

1. Андреев Н.С., Мазурин О.В., Порай-Кошиц Е.А., Роскова Г.П., Филипович В.Н. Явления ликвации в стеклах. Л.: Наука, 1974. – 219 с.
2. Антропова Т.В., Дроздова И.А., Василевская Т.Н. и др. // Физика и химия стекла, 33 (2) 2007. – С. 154–170.
3. Жданов С.П. // Физика и химия стекла, 9 (6) 1983. – С. 716–724.
4. Цыганова Т.А., Антропова Т.В., Рахимова О.В. // Физика и химия стекла, 34 (2) 2008. – С. 289–292.
5. Антропова Т.В., Анфимова И.Н., Головина Г.Ф. // Физика и химия стекла, 35 (6) 2009. – С. 755–766.

Петерсон Максим Владимирович

Год рождения: 1986

Факультет фотоники и оптоинформатики, кафедра компьютерной фотоники и видеоинформатики, группа 6352

Направление подготовки:

200600 Фотоника и оптоинформатика

e-mail: maxim.peterson@gmail.com

УДК 004.932.2

КОМПЬЮТЕРНЫЕ МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ МОДЕЛЕЙ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ КАМЕРЫ И НАБЛЮДАЕМЫХ ОБЪЕКТОВ ПО СЕРИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

М.В. Петерсон

Научный руководитель – д.т.н., профессор А.С. Потапов

Определение перемещений камеры по получаемым изображениям влечет за собой возможность реализации большого ряда практических приложений в таких областях, как навигация мобильных роботов, картография, системы дополненной реальности.

Задача восстановления перемещений камеры решалась в рамках признакового подхода представления изображений [1]. Оценка трехмерной структуры сцены и взаимной ориентации камер производилась по известным координатам отождествленных ключевых точек через уравнения эпиполярной геометрии для пары изображений [2]. Преимуществом данного подхода является то, что ключевые точки геометрически и фотометрически инвариантны, значения ошибок некоррелированы между ключевыми точками, возможна обработка видеопоследовательности в реальном

времени. Для серии тестовых изображений восстановлены перемещения камеры относительно начального положения, с точностью до масштабного коэффициента восстановлены трехмерные координаты выделенных точечных соответствий, проведена оценка точности рассчитанных параметров камеры. Проведенный анализ ошибок обратного проецирования подтверждает применимость данного подхода к решению задачи восстановления перемещений камеры.

Для создания роботизированных систем, оснащенных цифровыми камерами, необходимы методы, позволяющие автоматически отделять точки на движущихся объектах от фоновых точек наблюдаемой сцены. В настоящей работе на основе принципа минимальной длины описания [3] был введен критерий, с помощью которого можно осуществлять выбор между семействами пространственных преобразований, содержащими различное число параметров. Предложенный критерий позволяет производить разделение отождествленных ключевых точек на кластеры в соответствии с различными моделями движения, а также позволяет избежать влияния выбросов в виде некорректно отождествленных точек и подобрать оптимальную модель пространственного преобразования для каждого выделенного кластера.

Литература

1. Torr P., Zisserman A. Feature based methods for structure and motion estimation // Lecture Notes in Computer Science. – 2000. – Vol. 1883. – Pp. 278–294.
2. Hartley R., Zisserman A. Multiple view geometry in computer vision / Cambridge University Press. – 2003. – 655 с.
3. Grünwald P. Model Selection Based on Minimum Description Length // Journal of Mathematical Psychology. – 2000. – Vol.44, № 1. – Pp. 133–152.

Миноженко Ольга Александровна

Год рождения: 1987

Факультет фотоники и оптоинформатики, кафедра оптики квантоворазмерных систем, группа 6354

Направление подготовки:

200600 Фотоника и оптоинформатика

e-mail: miolagm@gmail.com

УДК 548.5

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУЧЕНИЯ НЕЛИНЕЙНО-ОПТИЧЕСКИХ НАНОКОМПОЗИТОВ

О.А. Миноженко

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Ю.Э. Бурункова

В настоящее время существует два важных класса органических материалов: полимерные нелинейно-оптические материалы и нелинейно-оптические молекулярные кристаллы. Полимеры дешевы и технологичны, однако их нелинейно-оптические свойства ограничены максимальной концентрацией хромофоров, их пространственным распределением и ориентацией в пленке. С другой стороны, молекулярные кристаллы имеют в разы большую величину нелинейно-оптических коэффициентов, однако они сложны для производства, особенно при необходимости их полировки и шлифовки.

В последнее время появились отдельные работы, в которых исследуется возможность создания нанокomпозитов на основе молекулярных кристаллов и

полимерной матрицы. Такие материалы должны сочетать высокие нелинейно-оптические свойства молекулярных кристаллов с технологичностью полимера.

Поэтому актуальной задачей является получение новых органических композитов с высокими нелинейно-оптическими свойствами. Среди известных материалов, органическая соль DAST (*trans*-4'-(dimethylamino)-*N*-methyl-4-stilbazolium tosylate) имеет одни из самых высоких нелинейно-оптических и электрооптических свойств (нелинейно-оптическая восприимчивость второго порядка, $\chi^{(2)} = 2020 \pm 220$ пм/В на $\lambda = 1318$ нм и электрооптический коэффициент $r_{11} = (530 \pm 60)$ пм/В на $\lambda = 1313$ нм), а также низкую диэлектрическую проницаемость $\epsilon = 5,2$ [1].

Цель данной работы – изучение способов получения молекулярного кристалла DAST в нанокристаллическом состоянии.

Задача работы состояла в исследовании и оптимизации условий получения как объемных кристаллов DAST, так и полимерных кристаллических пленок на его основе с целью разработки новых нелинейно-оптических сред.

Для получения монокристаллов DAST в работе был использован метод спонтанной нуклеации при выращивании кристаллов из насыщенного раствора на поверхностно-активной подложке снижением температуры или снижением температуры и одновременном испарении растворителя.

Полученные в ходе работы монокристаллы показали наличие нелинейно-оптических свойств, включая генерацию терагерцового излучения методом оптической ректификации фемтосекундных импульсов. Терагерцовые эмиттеры на базе отобранных кристаллов DAST имели высокие параметры и были использованы при выполнении госконтракта, связанного с созданием спец. аппаратуры.

Также были исследованы условия получения нанокристаллических полимерных пленок на основе DAST путем кристаллизации в полимерном геле при испарении растворителя из раствора DAST/полимер. Получение нанокристаллов необходимой красной кристаллической формы подтверждается спектрами поглощения, спектрами люминесценции и генерацией второй гармоники в нанокристаллических пленках.

Для создания технологии получения нанокристаллических пленок DAST/полимер необходимы дальнейшие исследования, однако полученные пленки уже сейчас могут использоваться в нелинейно-оптических приложениях.

Литература

1. Blanca Ruiz, Mojca Jazbinsek, and Peter Gunter, Crystal Growth of DAST, Cryst. Growth Des., 2008, 8 (11), 4173–4184.

Ширшнев Павел Сергеевич

Год рождения: 1987

Факультет фотоники и оптоинформатики, кафедра оптоинформационных технологий и материалов, группа 6351

Направление подготовки:

200600 Фотоника и оптоинформатика

e-mail: pavel.shirshnev@gmail.com**УДК 535.1****НЕЛИНЕЙНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТЕКОЛ СИСТЕМЫ K-Al-B
С НАНОКРИСТАЛЛАМИ CuCl****П.С. Ширшнев****Научный руководитель – д.х.н., профессор В.А. Цехомский**

Композитные материалы с полупроводниковыми наночастицами представляют большой практический интерес для создания быстродействующих оптических ограничителей, высокоэффективных УФ-фильтров, возможны также приложения в областях записи информации, интегральной оптики. Таким материалом являются фотохромные стекла с наночастицами хлорида меди. В литературных данных есть результаты нелинейного поглощения в области 530–560 нм на стеклах класса ФХС-7 – стекла системы $\text{Na}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{NaCl}-\text{CuO}$ [1]. Целью работы было получение композита на основе стеклообразной матрицы $\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{B}_2\text{O}_3$ с кристаллической фазой CuCl и исследование нелинейно-оптических, оптических и физико-химических свойств нового материала. Преимущества данной матрицы – легкоплавкость, агрессивность к огнеупорам, меньшая по сравнению с силикатными матрицами. В предыдущих работах было получено выделение кристаллов оксидов железа и марганца в данном типе матриц. Кристаллическую фазу получали в стекле при термообработке в результате нуклеации.

Сложность получения фазы CuCl в стекле при термообработке заключается в получении одновалентной меди в исходном стекле. Необходимо было найти такие пути создания окислительно-восстановительных условий в расплаве стекла, при которых медь переходит в одновалентную форму. Также необходимо было обеспечить химическую устойчивость стекла и оптимизировать режимы термообработки, оптимальные для выделения фазы CuCl. Всего было сварено 55 составов. Композит был получен при вводе в состав стекла фосфатов. Оптимальная температура термообработки – 412°C была получена с помощью метода дифференциальной сканирующей калориметрии. В результате при термообработке наблюдалось высокое выделение фазы CuCl – в спектре оптического поглощения стекла появилась полоса поглощения от 375 до 384 нм, которая при температуре в 22 К расщепилась на два экситонных пика $Z_{1,2}$ и Z_3 кристалла CuCl. Было обнаружено, что есть оптимум как по температуре термообработки, так и по концентрации фосфатов, при котором выделяется максимальное количество фазы CuCl. Было найдено, что при ультрафиолетовом облучении уменьшается концентрация кристаллической фазы CuCl. Это может быть объяснено нагревом нанокристаллов CuCl в матрице стекла под воздействием УФ-излучения, плавлением и их последующей аморфизацией – что косвенно подтверждается данными рентгеновского малоуглового анализа. Было получено падение пропускания в 2000 раз при облучении образца композита толщиной 8 мм лазерными импульсами на длине волны 532 нм длительностью 5 нс. Но данный результат не был воспроизведен, возможно, в связи с изменением методики измерений или в связи с аморфизацией кристаллов CuCl.

Фосфаты способствуют выделению фазы CuCl в стекле – это является принципиально новым результатом. Сделано предположение, что в полученном композите выделяется не чистая фаза CuCl , а смешанная фаза CuCl-KCl . Температура солидуса такой эвтектики составляет 130 градусов, что соответствует данным рентгеновского малоуглового анализа. Получен новый оптический материал, перспективный для нелинейной оптики и оптической записи информации. Дальнейшие исследования могут быть направлены на повышение управляемости процессами прохождения излучения через материал и в целом улучшение оптических характеристик композита.

Литература

1. Сидоров А.И., Нелинейно-оптическое ограничение инфракрасного лазерного излучения в полупроводниках. Диссертация на соискание ученой степени д.ф.-м.н., СПб: ВНИЦ ГОИ. –2005. – 327 с. деп. В РГБ ОД, 71:05-1/63.

Постников Евгений Сергеевич

Год рождения: 1985

факультет фотоники и оптоинформатики, кафедра оптоинформационных технологий и материалов, группа 6351

Направление подготовки:

200600 Фотоника и оптоинформатика

e-mail: werrus@yandex.ru

УДК 538.958

УФ-СПЕКТРЫ ПОГЛОЩЕНИЯ АКТИВАТОРОВ В ФОТО-ТЕРМО- РЕФРАКТИВНЫХ СТЕКЛАХ И ИХ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ

Е.С. Постников

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор А.М. Ефимов

Фото-термо-рефрактивные (ФТР) стекла – оптические среды нового поколения для записи фазовых объемных голограмм [1]. UV-VIS-спектры даже необлученных ФТР-стекол сложны, вследствие сильного наложения многочисленных полос разных активаторов друг на друга на фоне края фундаментального поглощения. Это затрудняет понимание деталей электронных и физико-химических процессов, происходящих при записи голограмм, в ходе которой спектры дополнительно усложняются вследствие появления новых полос поглощения.

Целью данной работы было выявление спектроскопических проявлений процессов, происходящих при записи информации на ФТР-стекле с помощью УФ-облучения, и использование полученной спектроскопической информации для уточнения их электронных механизмов.

Особенностью данной работы является то, что впервые для количественной обработки УФ-спектров ФТР-стекла и спектров наведенного поглощения был применен такой мощный инструмент исследования, как метод дисперсионного анализа [2], который использует модель комплексной диэлектрической проницаемости, пригодную для описания стеклообразного состояния вещества, а именно – модель свертки.

Впервые в методе дисперсионного анализа была выполнена аппроксимация края фундаментального поглощения стекол с помощью эффективных осцилляторов.

В ходе работы с помощью дисперсионного анализа UV-VIS-спектров стекол на основе матрицы ФТР-стекла с добавкой одного из активирующих компонентов или их парной комбинации получены следующие данные:

- уточнены значения собственных частот и интенсивностей индивидуальных полос поглощения церия, сурьмы и серебра в исследованных стеклах;
- количественно охарактеризованы изменения структуры спектров и параметров полос поглощения под действием лазерного облучения.

Установлен ряд неизвестных ранее фактов, в том числе:

- сложность структуры УФ-полос поглощения каждой из двух валентных форм церия;
- существенное усложнение спектра поглощения иона серебра при введении добавок бромидов в состав матрицы стекла, указывающее на вхождение иона брома в первую координационную сферу иона серебра;
- практическое исчезновение полос поглощения четырехвалентного церия при совместном присутствии церия и серебра в составе стекла.

Результаты работы дают возможность уточнить существующие представления о фотохимических процессах в ФТР-стеклах, что может быть использовано при создании и улучшении характеристик фоточувствительных сред.

Литература

1. Никоноров Н.В., Панышева Е.И., Туниманова И.В., Чухарев А.В. Влияние состава стекла на изменение показателя преломления при фототермоиндуцированной кристаллизации // Физ. и хим. стекла, 2001. – Т.27, № 3. – С. 365–376.
2. Ефимов А.М., Макарова Е.Г. Дисперсионное уравнение для комплексной диэлектрической проницаемости стеклообразных веществ и дисперсионный анализ их спектров отражения // Физ. хим. стекла, 1985. – Т. 11, № 4. – С. 385–401.

Ситдилов Владимир Масгутович

Год рождения: 1987

факультет фотоники и оптоинформатики, кафедра оптоинформационных технологий и материалов, группа 6351

Направление подготовки:

200600 Фотоника и оптоинформатика

e-mail: sitvlad@mail.ru

УДК 535.35 519.876.5

МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО ПРОЦЕССОВ ПЕРЕНОСА ВОЗБУЖДЕНИЯ В ЛАЗЕРНЫХ МАТЕРИАЛАХ

В.М. Ситдилов

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор А.К. Пржеvusкий

Эрбиевые усилители играют важную роль в телекоммуникации. Для высокоскоростных оптоволоконных телекоммуникационных систем требуются планарные и волоконные усилители, работающие на длине волны 1,5 мкм. В таких усилителях необходимый коэффициент усиления, может быть, достигнут за счет увеличения концентрации ионов Er^{3+} . Однако повышение концентрации активатора приводит также и к увеличению влияния кооперативных процессов, таких как ап-конверсии и миграции возбуждения, которые ведут к уменьшению квантового выхода

излучения и снижению коэффициента усиления. Поэтому при разработке волоконных усилителей на основе высококонцентрированных активных сред необходимо учитывать влияние переноса возбуждений. Важной задачей является анализ ап-конверсионного тушения люминесценции в стёклах с большим содержанием активатора. Для изучения ап-конверсии и миграции возбуждения в лазерных материалах удобным инструментом является статистическое моделирование. Оно позволяет, как избежать труднопреодолимых математических проблем, возникающих при теоретическом анализе этих явлений, так и пригодно для сред с любым распределением активатора. Последнее особенно важно ввиду того, что РЗ-ионы в матрице образуют пары и кластеры, состоящие из большого числа близкорасположенных ионов.

Целью настоящей работы явилось исследование процессов переноса возбуждений в лазерных средах с однородным и неоднородным распределением активатора.

На основе метода Монте-Карло [1, 2] в работе была создана программа моделирования процессов переноса возбуждения по ансамблю оптических центров. С помощью ее получены зависимости коэффициента ап-конверсии от населенности метастабильного уровня и концентрации активатора для однородного и неоднородного распределения РЗ-ионов. Данные моделирования позволили интерпретировать немонотонный ход зависимости коэффициента ап-конверсии от населенности метастабильного уровня для неоднородного распределения активаторных центров в матрице как результат различия степени заселения метастабильного уровня внутри кластера и в его окружении.

В целях изучения процессов ап-конверсии и миграции для случая неоднородного распределения РЗ-ионов предложен и реализован простой метод получения кластеров активаторных центров в ходе релаксации исходного случайного распределения ионов по алгоритму Метрополиса.

Полученные в результате моделирования данные качественно согласуются с экспериментальными и могут быть использованы при разработке высококонцентрированных лазерных материалов. Для дальнейшего развития представляет интерес получение при релаксации модели самопроизвольной организация кластерных структур.

Литература

1. Nikonorov N.V., Przhevuskii A.K., Chukharev A.V. Characterization of nonlinear upconversion quenching in Er-doped glasses: modeling and experiment // *Journal of Non-Crystalline Solids*. – 2003. – V. 324. – P. 92–108.
2. Ситдигов В.М. Моделирование методом Монте-Карло процессов трансформации возбуждений в лазерных материалах // IV Всероссийская школа для студентов, аспирантов, молодых ученых и специалистов по лазерной физике и лазерным технологиям: Сборник докладов / Саров, Россия, 26–29 апреля, 2010. (Принято к опубликованию).

Самойлов Леонид Леонидович

Год рождения: 1986

Факультет фотоники и оптоинформатики, кафедра фотоники и оптоинформатики, группа 6350

Направление подготовки:

200600 Фотоника и оптоинформатика

e-mail: ilex.samoilov@gmail.com

УДК 535-14

ИССЛЕДОВАНИЕ РАССЕЯНИЯ ТЕРАГЕРЦОВОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ОТ ПОВЕРХНОСТИ ОБРАЗЦА ВБЛИЗИ ЗАОСТРЕННОГО ЗОНДА

Л.Л. Самойлов

Научный руководитель – к.ф.-м.н., с.н.с. В.Н. Трухин

(Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН)

Терагерцовый диапазон электромагнитного спектра (300 ГГц–10 ТГц) представляет большой интерес для исследований благодаря наличию существенного числа спектральных особенностей различных веществ, открывающих широкие возможности для применения в методах химической идентификации, неразрушающего контроля, микроэлектронике и космической отрасли. Однако многие потенциально интересные в ТГц-области объекты имеют размеры значительно меньше используемой длины волны, в то время как традиционные методы исследований ограничены в разрешении дифракционным пределом [1]. Достижение сверхвысокого пространственного оптического разрешения обеспечивается методами ближнепольной микроскопии [2]. Интеграция методов ближнепольной микроскопии с методом когерентной ТГц-спектроскопии открывает возможности для спектроскопических исследований в ТГц-диапазоне спектра со сверхвысоким пространственным разрешением.

В данной работе экспериментально был исследован процесс взаимодействия ТГц электромагнитного поля с системой «нанозонд-нанообъект». При малой амплитуде модуляции зонда уровень сигнала дифракционных потерь, вносящего существенный вклад в регистрируемый на опорной частоте ТГц-генератора сигнал, очень мал и сопоставим с уровнем шумов системы. Это достигается благодаря технике двойного синхронного детектирования и позволяет уверенно наблюдать непосредственно эффект уже на 1-ой гармонике сигнала, выделенного на опорной частоте колебаний зонда. Таким образом, рабочий режим регистрации компонент ТГц ближнего поля при условии поддержания минимального рабочего расстояния между зондом и поверхностью возможен уже на 1-ой гармонике опорной частоты, а на 2-ой гармонике также возможна регистрация спектрального состава компонент ТГц-поля.

ТГц-кривые подвода зависят не только от параметров зонда, но и от свойств поверхности, над которой находится зонд. Этот контраст позволяет использовать когерентный ТГц-спектрометр с интегрированным в него модулем атомно-силового микроскопа (АСМ) не только для получения спектров компонент ТГц ближнего поля, но и для изучения свойств поверхности и различения материалов одновременно с выполнением сканирования в режиме АСМ. Проведено экспериментальное определение пространственного разрешения ТГц сканирующего зондового микроскопа на тестовом образце. Отмечено, что спектры используемого ТГц-излучения отличаются от спектров ТГц ближнего поля, что свидетельствует об особом характере взаимодействия падающего излучения с системой «зонд+нанообъект».

Настоящая экспериментальная работа являлась заделом для практического использования экспериментальных результатов в области когерентной ТГц-микроскопии, а именно создания ТГц сканирующего зондового микроскопа.

Литература

1. Zhang X. J., Xi-Cheng. Introduction to THz Wave Photonics, Ed. by X. J. Zhang, Xi-Cheng. Springer US, 2010.
2. Huber A. J., Keilmann F., Wittborn J. et al. Terahertz Near-Field Nanoscopy of Mobile Carriers in Single Semiconductor Nanodevices // Nano Letters. 2008. – November. – Vol. 8, №. 11. – Pp. 3766–3770.

**УЧАСТНИКИ КОНКУРСА КАФЕДР
НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ
ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
МАГИСТРОВ СПбГУ ИТМО**

УДК 53.06

ИНТЕГРАЛЬНО-ОПТИЧЕСКИЙ СЕНСОР ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

А.Л. Итин

Научный руководитель – к.т.н., доцент С.Б. Лукин

В данной работе был рассмотрен химический сенсор, основанный на интегрально-оптическом чувствительном элементе, и оценены его потенциальные возможности для обнаружения изменения концентрации химических веществ. Такие сенсорные анализаторы могут работать автономно, без вмешательства оператора, причем они работают с системами накопления и автоматизированной обработкой информации. Интегрально-оптические химические сенсоры обладают следующими высокими качественными характеристиками: повышенной чувствительностью, достаточной точностью, воспроизводимостью показаний, высокой скоростью отклика, высокой надежностью, длительным сроком службы, устойчивостью к воздействию внешней среды, технологичностью, малыми габаритами и массой, интегральным исполнением и низкой себестоимостью [1].

Автором предложены методы построения химического сенсора, включающего в свою структуру гидрогель, – новый современный материал, позволяющий обнаруживать наличие различных химических веществ в водных растворах. В данной работе был предложен механизм для решения проблемы определения количества поглощенного диоксида азота областью ожога, который позволит более безопасно использовать сам диоксид азота и отслеживать какая его концентрация была введена в организм. В данной реализации детектирование излучения происходит с помощью схемы интегрально-оптического интерферометра типа Маха-Цендера с плечами, образованными волноводами, одно из которых находится в зоне, подверженной отдаче медицинского вещества в кожу человека, а второе в зоне сравнения. Для исследования характеристик на имитационной модели сенсора использовались полученные экспериментально значения эффективного показателя преломления тетразол-содержащего акрилового гидрогеля. Результаты представлены на рис. 1.

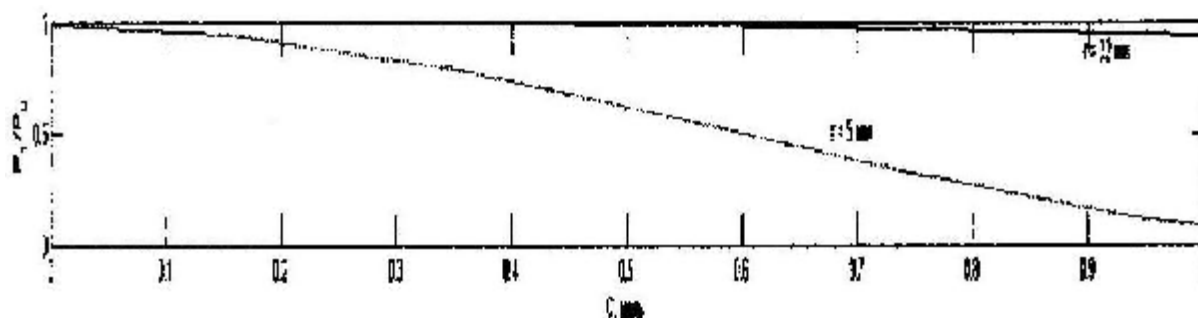


Рис. 1. Зависимость отношения выходной мощности излучения, введённого в интерферометр сенсора, к входной – от концентрации введённого диоксида азота

Также была предложена реализация сенсора (рис. 2), которая позволит его использовать в системах промышленной очистки воды, без применения систем, требующих использования многочисленных проб, и, таким образом, реагировать на изменение химического состава воды наиболее оперативно.

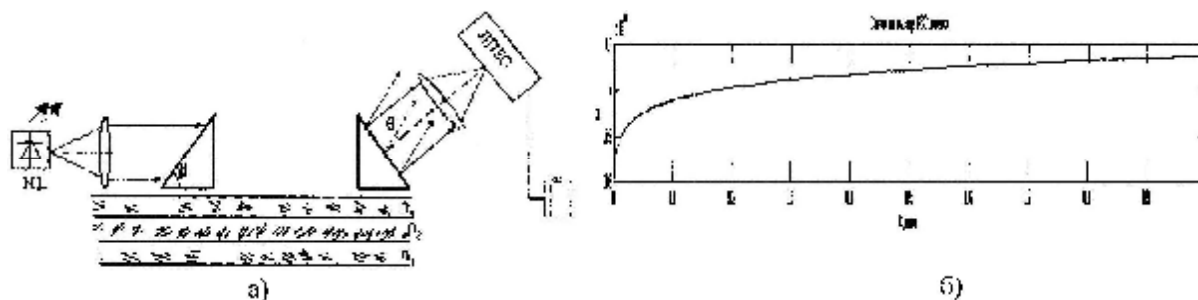


Рис. 2. Реализация сенсора: а) сенсор, предлагаемый в системах очистки воды; б) зависимость сигнала на выходе ПЗС от изменения концентрации вещества

В данной работе были исследованы оптические свойства полимеров. Симуляции на цифровой модели, основанные на экспериментальных данных, доказали возможность реализации предложенного химического сенсора. Использование полимера представляется целесообразным в сенсорных системах ввиду обнаруженных и описанных качеств.

Литература

1. Ермаков О.Н. Прикладная оптоэлектроника. – М.: Техносфера, 2004. – 416 с.
2. Li-Ming Zhang, Yi-Jun Zhou, Yi Wang. Novel hydrogel composite for the removal of water-soluble cationic dye // Journal of Chemical Technology & Biotechnology, Volume 81 Issue 5, 2006. – С. 799–804.
3. Gerhard J. Mohr. Polymers for optical sensors // Optical Chemical Sensors, 2006. – №15. – С. 297–321.

УДК 004.932.2

ФОРМИРОВАНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ СО ВСТРОЕННЫМИ ВОДЯНЫМИ ЗНАКАМИ МЕТОДАМИ ЦИФРОВОЙ ГОЛОГРАФИИ

В.Г. Гендин

Научный руководитель – д.т.н., профессор И.П. Гуров

Существуют различные методы внедрения скрытых водяных знаков. Во всех случаях в изображение внедряется некоторая закодированная информация, которая распределяется по всему изображению. Методы показывают хорошую устойчивость к повороту масштабирования, однако удаление части изображения или шумы во многих случаях исключают возможность восстановления водяного знака. Некоторые свойства голограмм, например то, что каждая точка голограммы содержит информацию обо всем изображении, открывают широкие возможности для внедрения голограмм в качестве скрытых водяных знаков.

Для встраивания голографических водяных знаков необходимо синтезировать соответствующую голограмму. В работе были рассмотрены процессы синтеза и восстановления голограмм Френеля [1] и Фурье [2].

Синтезированные голограммы внедрялись в изображение приемника. Внедрение производилось в частотной области следующим образом:

$$s(x, y) = \mathcal{F}^{-1}\{\mathcal{F}\{g(x, y)\} + \mathcal{R}\{\mathcal{F}\{h(\eta, \xi)\}\}\},$$

где $g(x, y)$ – исходное изображение-приемник; $\mathcal{R}$ – оператор изменения динамического диапазона.

Для точного восстановления голограммы из изображения-приемника достаточно уменьшения динамического диапазона до 16 уровней яркости для 8 битных изображений, при этом не происходит заметных глазу искажений изображения-приемника.

Результаты восстановления водяных знаков на основе голограмм Френеля и Фурье представлены на рисунке.



Рисунок. Результат восстановления водяного знака: а) на основе голограммы Френеля, б) на основе голограммы Фурье

Предложена, реализована и исследована оптико-электронная система внедрения водяных знаков, которая поможет идентифицировать камеру, с которой производилась запись и предотвратить факт подмены или монтажа видеозаписи. Для внедрения водяного знака синтезированная голограмма переносится на пленку и оптически складывается с изображением объекта.

Представленные в работе методы компьютерного внедрения голографических водяных знаков показали достаточную эффективность и устойчивость восстановления водяного знака. Внедрение в качестве водяного знака голограммы Фурье продемонстрировало большую устойчивость при восстановлении из зашумленного и затененного изображения, чем внедрение голограмм Френеля. Внедрение голограмм Френеля в качестве водяных знаков показало большую устойчивость к JPEG-сжатию. Для качественной реализации оптико-электронной системы внедрения водяного знака необходимо решение ряда проблем, таких как исключение aberrаций, присущих оптическим элементам схемы, обеспечение точной фокусировки на голограмме, качественный перенос синтезированной голограммы на физическую среду.

Литература

1. Okmanand O, Akar G, Quantization index modulation-based image watermarking using digital holography // JOSA A. 2007. – 24. – Pp. 243–252.
2. Смирнов М. Голографический подход к встраиванию голографических водяных знаков в фотоизображение // Оптический журнал, 2005. – Т.72, № 6. – С. 51–56.

УДК 519.688

**АНАЛИЗ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ****Г.К. Асафьев****Научный руководитель – д.т.н., профессор Т.И. Алиев**

Одним из наиболее эффективных и широко применяемых методов исследования сложных систем со стохастическим характером функционирования является имитационное моделирование, позволяющее проводить детальное исследование свойств и закономерностей, присущих процессам, протекающим в таких системах. На сегодняшний день существует немало программных продуктов для имитационного моделирования, различающихся функциональными возможностями и ориентированных на различные типы систем. В связи с этим становится актуальной задача сравнительного анализа и рационального выбора системы имитационного моделирования для решения конкретных задач.

Основными задачами работы являлись:

- проведение сравнительного анализа популярных систем имитационного моделирования (AnyLogic, Arena, GPSS World, Ptolemy II, NS-3);
- определение наиболее эффективных средств для построения имитационных моделей компьютерных сетей;
- исследование генераторов случайных чисел, на предмет вносимых ими статистических погрешностей;
- создание пользовательского интерфейса к модели криптомаршрутизатора в системе NS-3.

Основные результаты работы:

1. проведен сравнительный анализ систем моделирования и выбрана система NS-3, как наиболее подходящая для построения моделей компьютерных сетей;
2. в результате исследования генераторов случайных чисел была сформулирована закономерность появления погрешности при использовании определенных сочетаний генераторов;
3. в рамках построения модели криптомаршрутизатора были созданы следующие модули: модуль работы с конфигурационным файлом модели и модуль создания конфигурационного файла по умолчанию.

Построение модели криптомаршрутизатора было выполнено по заказу научно-исследовательского института «Масштаб». В дальнейшем построенная модель будет использована как часть распределенной модели шифрованной сети.

Литература

1. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: Учебник для вузов. – 3-е изд. – М.: Высш. шк., 2001. – 343 с.
2. Алиев Т.И. Основы моделирования дискретных систем. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. – 363 с.
3. Hamdy A. Taha. Operations Research: An Introduction. – 8th edition. – New Jersey, 2007. – 838 с.

УДК 004.722.25

РАЗРАБОТКА ПРОТОКОЛА МАРШРУТИЗАЦИИ ДЛЯ СЕНСОРНОЙ СЕТИ

С.И. Белоусов

Научный руководитель – к.т.н., доцент А.О. Ключев

На сегодняшний день объединенная в сеть система сенсоров является перспективной и динамично развивающейся технологией. Сенсорная сеть – это многофункциональная область, в которую входят работа с сетью, обработка сигналов, работа с базами данных, искусственный интеллект и т.п.

В области беспроводных сенсорных сетей существует множество нерешенных задач, в число которых входит разработка принципов сетевой организации и сетевых протоколов. Специфика сенсорных сетей создает повышенные требования ко всем взаимодействующим компонентам и не позволяет применять существующие решения, широко применяемые в сети Интернет. К числу таких требований относится снижение энергопотребления узлов для увеличения времени жизни сети, так как обычно узлы работают на автономном питании.

Целью данной работы являлась разработка отказоустойчивого самоконфигурируемого протокола маршрутизации для беспроводной сенсорной сети. Сеть не должна иметь специальных служебных узлов, выполняющих функции маршрутизации, она должна автоматически конфигурироваться на месте развертывания. Она должна быть достаточно гибкой для того чтобы не затрачивать лишнее время на восстановление маршрутов в случае сбоя. Так же данный протокол должен поддерживать адаптацию мощности исходящего сигнала, как на этапе конфигурирования, так и во время эксплуатации сети в целях снижения энергопотребления.

Сначала для этого проводится разработка имитационной модели сети в аспекте сетевого взаимодействия узлов. Далее на модели проводится исследование и нахождение решений, повышающих эффективность передачи, снижающих энергопотребление и увеличивающих отказоустойчивость и время жизни системы.

Литература

1. Карпов Ю. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. – СПб: БХВ-Петербург, 2005. – 400 с.
2. Кей Хорстманн, Гари Корнелл Java 2. Библиотека профессионала. Том 1. Основы. – Вильямс, 2008. – 816 с.
3. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 3е изд. – СПб: Питер, 2006. – 958 с.
4. Наградов Е.А. Проблемы применения существующих алгоритмов маршрутизации в сенсорных сетях реального времени. – М.: фак-т. ВМК МГУ имени М.В. Ломоносова, 2009.
5. Семенов Ю.А. Беспроводные сети ZigBee и IEEE 802.15.4. – ГНЦ ИТЭФ.
6. Абилов А.В. Распространение радиоволн в сетях подвижной связи – Ижевск, 2001. – 24 с.
7. Стандарт IEEE802.15.4-2003.

УДК 004.4'232

КОДИРОВАНИЕ ВИДЕОДАННЫХ**Д.Д. Бойков****Научный руководитель – д.т.н., профессор А.Ю. Тропченко**

В настоящий момент, в связи с быстрым внедрением HDTV и потребностью в видео высокого качества, большую популярность приобретает стандарт H.264. Сжатие может быть произведено с помощью различных кодеков: как платных, так и бесплатных. Так как у многих небольших компаний периодически возникает необходимость в обработке видео, в работе был рассмотрен алгоритм сжатия на примере бесплатного кодека h264.

Целью работы являлась оценка эффективности сжатия различных видеопотоков с различными параметрами для сжатия и нахождение оптимального коэффициента для наилучшего соотношения качество/объем занимаемого места. Также целью являлась проверка влияния динамичности и яркости видеоряда на качество сжатия видео.

В результате работы можно сделать заключение, что для разных типов видео оптимальны различные настройки кодека. Так для динамичных сцен оптимальный битрейт для сжатия 1100–1300 кбит/сек, а для малодинамичных сцен достаточно и 600 кбит/сек. Такие значения позволяют нам оставлять до 90% качества видео при снижении объема занимаемого места порядка 30% для динамичных сцен и до 60–70% для малодинамичных сцен. Таким образом, применяя переменный битрейт в течение суток можно существенно сократить издержки, например на оборудование по записи видео с камер наблюдения.

Литература

1. Ватолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. – 384 с.
2. Dr. Dmitriy Kulikov, Alexander Pars: Sixth MPEG-4 AVC/H.264 Video Codecs Comparison – Short Version.

УДК 004.031.6

КОМПЬЮТЕРНАЯ АРХИТЕКТУРА**С ПРЕДСКАЗУЕНЫМ ВРЕМЕНЕМ ВЫЧИСЛЕНИЯ****А.А. Германов****Научный руководитель – к.т.н., доцент А.Е. Платунов**

Часто встраиваемые системы являются также системами реального времени, т.е. на их работу накладываются временные ограничения. Для соблюдения этих ограничений необходимо проводить анализ времени выполнения системы, однако этот анализ затруднен в связи со сложными временными характеристиками функционирования компонентов вычислительной техники. Объемы обрабатываемой информации, как в системах общего назначения, так и во встраиваемых системах все увеличиваются, что приводит к созданию более быстрых и сложных систем, таким образом, лишь усложняя соблюдение ограничений реального времени.

В работе была разработана компьютерная архитектура с предсказуемым временем вычисления, которая упрощает получение временных характеристик работы системы. Для этого были пересмотрены основные компоненты вычислительной системы, такие

как планирование задач, конвейер, прерывания, кэш и др. и предложены изменения, необходимые для упрощения анализа времени выполнения.

Для исследования характеристик архитектуры с предсказуемым временем вычисления был разработан симулятор на базе архитектуры MCS51. Изменения затронули ключевые аспекты функционирования – планирование задач и конвейера. Была разработана тестовая программа, состоящая из нескольких задач, и теоретически предсказаны наихудшее и наилучшее случаи выполнения нескольких из них. Для подтверждения этих данных, был произведен анализ времени выполнения методом, основанном на измерениях. Для этого программа была выполнена на симуляторе и получены параметры наихудшего и наилучшего случая, которые совпали с теоретически предсказанными.

Данная архитектура может быть востребована при построении систем реального времени с множеством задач жесткого реального времени с высоким приоритетом, которые, по тем или иным причинам, необходимо выполнять на одном вычислительном ядре.

Литература

1. Бурдонов И.Б., Косачев А.С., Пономаренко В.Н. Операционные системы реального времени, Препринт Института системного программирования РАН. – № 14. – 2006.
2. Buttazzo G.C. Hard real-time computing systems: predictable scheduling algorithms and application, Kluwer Academic Publishers, 1997.
3. Stephen A. Edwards, Edward A. Lee, Machine, The Case for the Precision Timed (PRET), 2007.

УДК 004

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОБРАБОТКИ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

С.В. Григорьев

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

В настоящее время крупнейшие компании вкладывают значительные средства в интеллектуальную обработку данных, потому как конкурентное преимущество получает тот, кто наиболее оперативно и адекватно реагирует на поступающие данные, поэтому исследования в этой области актуальны и перспективны.

Неопределенность и специфичность исходных данных в различных областях применения предоставляют значительное поле для исследования интеллектуальной обработки данных в отдельных специализированных направлениях.

В данной работе были рассмотрены современные проблемы обработки данных, рассмотрены существующие программные решения, представленные на рынке, как специализированные, так и общего назначения. Большое внимание было уделено эволюционным методам оптимизации на основе генетических алгоритмов. Был разработан и реализован на практике программный комплекс, который оперативно получает данные, обрабатывает их и выдает результат.

Разработанный комплекс содержит платформу для исследований эконометрических моделей, генетических алгоритмов, может и будет использован для этих целей в дальнейшем. Работа имеет практическую ценность для экономистов, аналитиков и всех, кто работает на рынке ценных бумаг, а так же для исследователей, занимающихся эволюционными методами оптимизации. При создании были изучены,

рассмотрены и использованы современные методы и технологии. В процессе создания комплекса, были разработаны методы перевода существующих моделей с других платформ, разработана методика тестирования эффективности моделей, создана платформа для дальнейших исследований. Рассмотренные в работе приемы недостаточно широко распространены, но приносят очень хорошие результаты. В настоящее время, разработанное программное обеспечение ожидает регистрации в Роспатенте.

УДК 004.4'423

РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОЙ МАШИНЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Г.Э. Дзабаев

Научный руководитель – к.т.н., доцент А.О. Ключев

В рамках данной работы были исследованы способы проектирования, и отладки систем реального времени, исследованы способы построения компиляторов. Был разработан транслятор языка МЭК 61131-3 IL в байт-код, разработана виртуальная машина для решения задач реального времени. Работа виртуальной машины осуществляется на базе программируемого логического контроллера.

В качестве исходного пользовательского кода транслятор принимает программу написанную на языке IL, входящего в стандарт МЭК 61131-3. Результатом работы транслятора является байт-код, который в дальнейшем используется виртуальной машиной. В процессе работы транслятора осуществляется анализ исходного кода программы, распознавание составляющих языка, проверка правильности исходного кода, формирование байт-кода, вывод технической информации в лог-файл. Работа транслятора осуществляется на хост-машине под управлением ОС Windows.

Виртуальная машина осуществляет работу с входными и выходными портами. Входные данные, сформированные в процессе работы пользовательского кода, виртуальная машина выводит в выходные порты. Работа осуществляется в цикле, что обеспечивает постоянную работу.

Литература

1. Зюбин В.Е. Программирование ПЛК: языки МЭК 61131-3. // Промышленные АСУ и контроллеры, 2005. – №11. – С. 31–35.
2. Петров И.В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 256 с.
3. M.H.J. van der Pot. IEC 1131-3 and the Instruction List Language. – Netherlands: University of Nijmegen.
4. Штучкин А.А., Шалыто А.А. Совместное использование теории построения компиляторов и SWITCH-технологии // Труды X Всероссийской научно-методической конференции «Телематика-2003». СПб: СПбГИТМО (ТУ), 2003.
5. Кревский И.Г., Селиверстов М.Н., Григорьева К.В. Формальные языки, грамматики и основы построения трансляторов. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2002. – 124 с.
6. Серебряков В.А., Галочкин М.П. Основы конструирования компиляторов. – ISBN: 5-8360-0242-8.
7. Джек Креншоу. Давайте создадим компилятор! – URL: <http://wm-help.net/books-online/book/22873.html>

УДК 004.4'232

ИССЛЕДОВАНИЕ СРЕДСТВ РАЗРАБОТКИ АНАЛИТИЧЕСКИХ ПРИЛОЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ SAS

А.И. Дрожжин

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

Программное обеспечение фирмы SAS Institute получило широкое распространение в сферах банковского дела и медицины [1]. В работе была предложена иная сфера применения – государственное управление. В данной работе были проведены исследования вопросов аналитики в выбранной сфере, были рассмотрены такие аспекты, как основные приемы и методы анализа, выявлены основные проблемы аналитики в данной области [2].

Основными задачами работы являлись:

1. формирование представления о возможностях программного обеспечения SAS;
2. разработка предложений по реализации возможностей в сфере государственного управления;
3. проектирование и создание приложений.

В работе был сделан обзор основных возможностей и функций программного обеспечения SAS, для обоснования выбора данной платформы был проведен сравнительный анализ с другими ориентированными на те же задачи системами.

В ходе работы были разработаны и реализованы аналитические приложения для сферы государственного управления. Разработка проводилась на основе таких продуктов, как SAS Base, SAS Enterprise Guide и SAS Data Integration Studio.

Созданные приложения предназначены для автоматизации и оптимизации процесса анализа. Разработанные приложения отвечают принципам простоты построения, многофункциональности и удобства использования. Отдельное место отводится подготовке данных к анализу. Особое внимание уделяется вопросам взаимодействия различных программных продуктов SAS.

В результате работы было обосновано применение Единой Аналитической Платформы SAS в сфере государственного управления и показана его эффективность.

Литература

1. Holland, Ph.R. Saving Time and money using SAS – Cary, North Carolina: SAS Institute Inc., 2007 – С. 129–131.
2. Курносов Ю.В. Аналитика: методология, технология и организация информационно-аналитической работы. – М.: Русаки, 2004. – С. 50–54.

УДК 621.391

ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ ГИБРИДНЫХ КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В.Ю. Дроздов

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

Работа была посвящена исследованию гибридных криптографических систем.

В процессе работы были рассмотрены общие положения криптологии, даны алгебраические основы, необходимые для изучения и анализа криптографических систем. В частности, были введены такие понятия как: циклическая группа, мультипликативная группа и порождающий элемент группы, конечное поле, первообразный корень, обобщенный алгоритм Евклида.

После изучения необходимых основ, были проанализированы симметричные и асимметричные криптосистемы. Детально рассмотрен шифр Вернама, который впоследствии используется при создании программного обеспечения (ПО) для выполнения лабораторных работ.

Исследованы асимметричные криптосистемы: подробно описан алгоритм обмена ключами Диффи-Хеллмана, криптоанализ систем с открытым ключом, криптосистема RSA. Кроме того, проанализирована битовая стойкость криптографических функций с открытым ключом. Помимо этого, внимание было уделено изучению вариантов активных атак, применимых к асимметричным криптосистемам, и, следовательно, так же и к гибридным системам на их основе.

В результате проделанной работы была написана программа для выполнения лабораторных работ по изучению и анализу гибридных криптосистем. С помощью указанного ПО пользователь имеет возможность провести криптоанализ посредством разложения на множители, зашифровать и расшифровать, а так же получить время шифрования и расшифровки для гибридной криптосистемы. На основании полученных данных пользователь может сделать выводы об эффективности рассмотренных криптографических систем.

Литература

1. Алферов А.П., Зубов А.Ю., Кузьмин А.С., Черемушкин А.В. Основы криптографии. М.: Гелиос АРВ, 2002.
2. Бабаш А.В., Шанкин Г.П. История криптографии. М.: Гелиос АРВ, 2002.
3. Бабаш А.В., Шанкин Г.П. Криптография. М.: Солон-Р, 2002.
4. Вельшенбах М. Криптография на С и С++ в действии. М.: Триумф, 2003.
5. Мао В. Современная криптография: теория и практика. М.: Вильямс, 2005.
6. Молдовян Н.А., Молдовян А.А. Введение в криптосистемы с открытым ключом. БХВ-Петербург, 2005.
7. Мухачев В.А., Хорошко В.А. Методы практической криптографии. Полиграф-Консалтинг, 2005.
8. Нечаев В.И. Элементы криптографии. Основы теории защиты информации. М.: Высшая школа, 1999.
9. Рябко Б.Я., Фионов А.Н. Криптографические методы защиты информации. Горячая линия – Телеком, 2005.
10. Саломеа А. Криптография с открытым ключом. М.: Мир, 1996.
11. Тилборг Ж. Основы криптологии. М.: Мир, 2006.
12. Чмора А. Л. Современная прикладная криптография. М.: Гелиос АРВ, 2001.
13. Шнайер Б. Прикладная криптография. М.: Триумф, 2002.
14. Шнайер Б. Секреты и ложь. Безопасность данных в цифровом мире. Питер, 2003.

УДК 519.688

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ WiMAX

Ду Дундун

Научный руководитель – д.т.н., профессор Т.И. Алиев

В работе были исследованы характеристики функционирования беспроводных сетей с использованием имитационного моделирования.

Основными задачами работы являлись.

1. Изучение протокола IEEE802.16.
2. Классификация беспроводных сетей, сравнительный анализ технологий беспроводных сетей.
3. Формирование состава параметров и характеристик для имитационной модели.
4. Разработка имитационных моделей беспроводной сети WiMax.
5. Проведение экспериментов с помощью разработанных моделей для выявления особенностей беспроводных сетей.

С помощью системы имитационного моделирования GPSS созданы модели беспроводных сетей и проведено исследование характеристик функционирования беспроводной сети, работающей по протоколу IEEE 802.16. В работе созданы модели мобильной станции, базовой станции и граничного узла. На примере проведенных экспериментов было показано, каким образом модель позволяет оценить эффективность сети в зависимости от различных параметров. Эксперименты показали, что результаты моделирования существенным образом зависят от точности задания исходных данных.

Литература

1. Вишневский В.М., Портной С.Л., Шахнович И.В. Энциклопедия WiMax Путь к 4G – М.: Техносфера, 2009. – 472 с.
2. Сюваткин В.С. и др. WiMax – технология беспроводной связи: основы теории, стандарты, применение. – СПб: БХВ-Петербург. 2005. – 368 с.
3. Алиев Т.И. Основы моделирования дискретных систем. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. – 363 с.
4. Столингс В. Современные компьютерные сети. 2-е изд. – СПб: Питер, 2003. – 783 с.

УДК 004.4'22

ИССЛЕДОВАНИЕ СРЕДСТВ РАЗРАБОТКИ ИНТЕРНЕТ-ПРИЛОЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ORACLE FORMS 10G

О.В. Звонарев

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

В работе была обоснована возможность перехода действующей «Информационной системы университета» на новую технологию работы и переноса ее приложений в Web-среду без переписывания исходного кода.

Информационная система представляет собой совокупность различных приложений, состоящих из большого количества модулей. Приложения разработаны с использованием различных продуктов корпорации Oracle, ключевым из которых является Oracle Forms Developer 6i. Вместе с ростом системы как функционально, так и территориально, т.е. с охватом новых подразделений вуза, стали возникать проблемы невозможности эффективного администрирования и дальнейшего развития. Причиной

является использование классической модели архитектуры «клиент-сервер». Oracle Forms 10g предлагает трехуровневую архитектуру, которая, благодаря размещению исполняемых модулей на сервере приложений, позволяет преодолеть данные трудности.

В рамках работы были исследованы средства для создания и запуска приложений в Web-среде с использованием Oracle Forms 10g, сделан обзор архитектуры Forms Services – компонента сервера приложений для запуска форм. Была произведена настройка продукта, с использованием конфигурационных файлов.

Был осуществлен перенос действующего приложения, входящего в состав «Информационной системы университета», в Web-среду с использованием Oracle Forms 10g. Разработаны рекомендации к методике переноса приложений, которые могут быть применены при внедрении данного продукта в СПбГУ ИТМО. Практической работой подтвержден факт, что перенос всей информационной системы в Oracle Forms 10g займет значительно меньше времени, чем разработка новой.

Литература

1. Сергеев С.В. Разработка и проектирование Web-приложений в Oracle Developer. – М.: Интернет – Университет Информационных Технологий: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 456 с.
2. Orlando Cordero. Oracle Application Server Forms Services Deployment Guide 10g Release 2 (10.1.2). – Oracle Corporation, 2005. – 206 p.

УДК 004.4'22

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ОТЧЕТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ORACLE REPORTS 10g

А.В. Земляков

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

В рамках работы были исследованы проблемы используемых в информационной системе Университета средств для проектирования и генерации отчетов. Главной проблемой была признана сложность доставки новых версий отчетов пользователю, которая обусловлена архитектурой программного продукта Oracle Reports 6i, и порождаемые данной проблемой сложности администрирования при увеличении числа пользователей информационной системы. Для устранения данных проблем было решено рассмотреть возможность замены используемого программного продукта для создания отчетов на Oracle Reports 10g. Выбор данного программного продукта был обусловлен использованием в нем многоуровневой архитектуры, что решает проблему с доставкой новых отчетов пользователям, а также широким применением продуктов корпорации Oracle в информационной системе Университета и совместимостью программного продукта с используемой СУБД Oracle 9i.

В рамках работы был исследован вопрос использования отчетов, созданных с помощью программного продукта Oracle Reports 6i, в новую среду – Oracle Reports 10g. Была рассмотрена архитектура службы отчетов OracleAS Reports Services 10g, а также вопросы ее конфигурирования, описаны основные элементы конфигурационных файлов. Также было уделено внимание процедурам запуска и остановки сервера отчетов.

В рамках работы были рассмотрены вопросы интеграции отчетов в приложения, созданные с помощью программного продукта Oracle Forms, а также возникающие при

этом проблемы и способы их устранения. Описана проблема использования кириллических шрифтов при выводе отчетов в формате PDF и предложено ее решение, состоящее во встраивании используемых в отчете шрифтов в PDF-документ. В рамках работы были написаны процедуры для вызова отчетов из приложения, созданного с использованием Oracle Forms.

Полученные в ходе выполнения работы результаты могут быть применены при интеграции программного продукта Oracle Reports 10g в информационную систему СПбГУ ИТМО.

Литература

1. Snedecor I. Oracle® Application Server Reports Services: Publishing Reports to the Web. Oracle Corporation, 2005. – 652 с.
2. Snedecor I. Oracle® Reports: Building Reports. Oracle Corporation, 2005. – 796 с.
3. Bandy T.R. Oracle® Application Server Concepts. Oracle Corporation, 2005. – 196 с.

УДК 004.274

ЯЗЫКИ СПЕЦИФИКАЦИИ ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМ

А.А. Землянухин

Научный руководитель – к.т.н., доцент А.О. Ключев

В рамках работы были рассмотрены современные тенденции в проектировании встраиваемых систем (ВсС), а также роль языков спецификации в проектировании ВсС. Была проанализирована различная научная литература в целях ознакомления с различными языками спецификации и их особенностями. Были сформулированы критерии сравнения различных языков спецификации, а также произведено сравнение на основе этих критериев.

В рамках практической части была спроектирована экспериментальная система управления охлаждением. При проектировании программного обеспечения использовался САПР SCADe. После проведения эксперимента были проанализированы положительные и отрицательные стороны применения САПР SCADe в проектировании системы, а также роль языка спецификации в этом САПР.

Литература

1. Ключев А.О., Кустарев П.В., Ковязина Д.Р., Петров Е.В. Программное обеспечение встроенных вычислительных систем // СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. – 212 с.
2. Jerraya A.A., Romdahani M., Le Marrec Ph., Hessel F., Coste P., Valderrama C. Multilanguage specification for system design and codesign // TIMA Laboratory 46 avenue Félix Viallet 38000 Grenoble France, 1999. – 34.
3. Halbwach N., Caspi P. The synchronous dataflow programming language LUSTRE // B.W. Johnson : Boston, MA: Addison-Wesley, 1989. – 41.
4. Daniel D. Gajski Essential Issues in Codesign // Department of Information and Computer Science University of California, 1997. – 44.

УДК 621.391.1

**ОРГАНИЗАЦИЯ РЕЗЕРВИРОВАННОЙ КОММУНИКАЦИОННОЙ
ПОДСИСТЕМЫ ДЛЯ СИСТЕМЫ ДУБЛИРОВАННЫХ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ****Т.М. Зинатуллин****Научный руководитель – д.т.н., профессор В.А. Богатырев**

Одной из основных проблем построения вычислительных систем во все времена остается задача обеспечения их продолжительного функционирования. Эта задача имеет три составляющих: надежность, готовность и удобство обслуживания. Все эти три составляющих предполагают, в первую очередь, борьбу с неисправностями системы, порождаемыми отказами и сбоями в ее работе.

Основные задачи работы.

1. Исследование вариантов организации обмена дублированных комплексов с учетом резервирования магистрали локальной сети.
2. Построение модели для оценки надежности и производительности исследуемой системы, дублированных комплексов связанных через резервированную магистраль.

В работе был приведен аналитический обзор принципов построения отказоустойчивых вычислительных систем с резервированием магистрали, такие как кластерные решения IBM, кластерные решения HP, кластерные решения SGI, кластеры AT&T GIS, кластеры Sequent Computer Systems, отказоустойчивые решения Data General. В работе также была рассмотрена базовая модель VAX/VMS-кластеров.

Основным результатом работы является организация обмена данными внутри дублированных комплексов и через резервированную магистраль. А также построение модели надежности восстанавливаемых дублированных комплексов, связанных через резервированную магистраль.

Литература

1. Половко А.М., Гуров С.В. Основы теории надежности. – СПб: БВХ-Петербург, 2006. – 704 с.
2. Афанасьев В.Г., Зеленцов В.А., Миронов А.Н. Методы анализа надежности и критичности отказов сложных систем. – М.: Мин-во обороны, 1992. – 100 с.
3. Байхельт Ф., Франкен П. Надежность и техническое обслуживание. Математический подход. – М.: Радио и связь, 1988. – 389 с.
4. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. – СПб: Питер, 1999. – 672 с.
5. Богатырев В.А., Иванов Л.С. Об организации обмена информацией в многомашинных двухмагистральных системах. – СПб: Техника средств связи, 1984. – 47 с.

УДК 004

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СБОЙНЫХ СИТУАЦИЙ И ОТКАЗОВ В РАБОТЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ НА ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ

А.В. Иванов

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

С каждым годом, информатизация нашей страны повышается, невозможно представить рабочее место без персонального компьютера, который повышает производительность и позволяет оперативно принимать решения и передавать информацию. Работоспособность компьютера и сохранность информации являются немаловажными аспектами администрирования, поэтому прогнозирование сбоев и отказов вычислительной техники на рабочих местах пользователей всегда будет актуально и должно использоваться совместно с резервированием.

Системы мониторинга состояния персональных компьютеров и серверов в настоящее время развиты, но еще с неохотой внедряются в производства. Одними из наиболее известных компаний, которые выпустили свои системы сбора информации и прогнозирования, являются IBM и Lavalys Consulting Group (Tivoli и Everest).

Основными задачами работы являлись:

- анализ статистики сбоев и отказов, исследование причин выхода из строя средств вычислительной техники;
- исследование технологий, позволяющих получить статистическую информацию;
- разработка программы сбора информации с ПК пользователей;
- разработка инфологической модели и реализация базы данных для хранения статистики;
- разработка модуля обработки статистики, алгоритма предсказания и визуализации результатов.

В работе исследованы технологии WMI (Windows Management Instrumentation) и SMART (Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology), позволяющие в режиме реального времени получать информацию о состоянии устройств, аппаратных и программных сбоях.

В результате выполнения данной научной работы был разработан готовый программный продукт, который можно будет применить на предприятиях для прогнозирования и предупреждения возможных сбоев и выхода из строя средств вычислительной техники. Использование статистических данных в целом по организации позволит производить мониторинг всех рабочих мест и принимать решения о проведении профилактических мероприятий и ремонтов. Поможет техническому персоналу с малым опытом и знаниями обратить внимание на критическое состояние тех или иных узлов, провести вовремя профилактику.

Так же, немаловажным является то, что система может быть дополнена и снабжена дополнительными функциями: инвентаризация и учет техники, создание собственной базы знаний по отказам/сбоям техники и её ремонту. При разработке системы использовались современные программные продукты и среды разработки: Delphi, Apache, MySQL, PHP.

Литература

1. Аппаратно-программные средства поддержки надежности информационно-вычислительных систем / В.В. Анищенко, Л.И. Кульбак, Т.С. Мартинович. – Аспект Пресс, 2008.

2. Леонтьев К. Вы все еще не используете WMI? // Системный администратор, 2008. – № 12.
3. Романов В.П. Техническое обслуживание средств вычислительной техники / Учебно-методическое пособие. – Новокузнецк, 2008.

УДК 004.738.5

ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ МЕТОДОВ КОНСТРУИРОВАНИЯ И ЗАЩИТЫ WEB-САЙТОВ

С.А. Колюшин

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

Ежедневно попадая в Интернет-пространство, нам приходится сталкиваться с множеством различных web-сайтов. Кроме того, многим из нас, хотя бы раз в жизни, приходилось создавать свой сайт. Неважно, что послужило стимулом – какие-либо личные мотивы, служебная необходимость или просто любопытство, в любом случае, в современном Интернет-пространстве одной из важнейших задач является создание сайтов.

Динамические сайты, несомненно, более совершенные технические средства, нежели статические, создание их является весьма сложной и дорогой задачей. Существует три варианта их построения. Первый, написать собственные программы, создающие шаблоны и реализующие необходимые функции администрирования. Второй, воспользоваться помощью сторонних разработчиков, что бы написали сайт «под ключ». И, наконец, воспользоваться готовым решением. В данный момент широкое распространение получили системы управления содержимым сайта (content management system – CMS), позволяющие реализовывать компромиссное решение между низкой стоимостью статических сайтов и высокой гибкостью динамических. Благодаря подобным системам резко повысилась управляемость сайтом, и значительно снизились расходы на администрирование сайта.

В данной работе были рассмотрены основные подходы к построению web-сайтов. Основным исследуемым способом построения выбрано создание сайтов с использованием, так называемых, систем управления контентом CMS, как способ, наиболее доступный простым пользователям, не обладающим особыми навыками программирования. Предложены формализованные методы конструирования web-сайтов с использованием CMS. Третья глава работы посвящена вопросам безопасности web-приложений, сформулированы рекомендации к построению защищенных web-сайтов. В последней главе работы рассмотрено построение web-приложения «Система аттестации и тестирования».

Литература

1. Базаров Р. Содержательная часть // СЮ. – 2004. – №10.
2. Якоб Нильсен, Хоа Лоранжер. Web-дизайн: удобство использования Web-сайтов. М.: «Вильямс». – 2007. – С. 368.

УДК 004.738.5

**ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ БАНКОВСКИХ
КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ**

Д.В. Магденков

Научный руководитель – д.т.н., профессор А.Ю. Щеглов

Со времени своего появления банки неизменно вызывали преступный интерес. И этот интерес был связан не только с хранением в кредитных организациях денежных средств, но и с тем, что в банках сосредотачивалась важная и зачастую секретная информация о финансовой и хозяйственной деятельности многих людей, компаний, организаций и даже целых государств. Для обеспечения аутентичности электронных финансовых документов во всех системах ДБО используется механизм ЭЦП. Подобрать или угадать секретный ключ ЭЦП невозможно. В Банке секретного ключа ЭЦП Клиента нет. В Банке есть только открытый ключ ЭЦП Клиента, с помощью которого банковский сервер проверяет подпись Клиента под электронными документами. Восстановить из открытого ключа ЭЦП секретный ключ ЭЦП технически невозможно. Именно поэтому все действия злоумышленников направлены на хищение (копирование) секретного ключа ЭЦП у его единственного владельца – Клиента.

Анализ выявленных вредоносных программ показывает, что злоумышленники эксплуатируют фундаментальную проблему – неспособность массового пользователя обеспечивать доверенную среду на своем компьютере. В третьей и четвертой главе предложен оптимальный способ защиты и приведены достаточные доказательства в пользу его использования.

Литература

1. Малюк А.А. Информационная безопасность: концептуальные и методологические основы защиты информации. Телеком, 2004. – 401 с.
2. Щеглов А.Ю. Защита компьютерной информации от несанкционированного доступа. Наука и техника, 2004. – 567 с.

УДК 681.5.01

РЕКОНФИГУРИРУЕМЫЕ ВСТРОЕННЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Я.С. Мадарак

Научный руководитель – к.т.н., доцент А.Е. Платунов

В работе был рассмотрен перспективный класс вычислительных архитектур с возможностью изменения функциональности на аппаратном уровне. Практическое применение таких систем постоянно привлекает специалистов по вычислительной технике.

Известно, что многие разрабатываемые приложения в коммуникационной, вычислительной и потребительской электронике требуют сохранения гибкости своей функциональности даже после законченного производства системы. Поэтому в настоящее время все более широкое распространение получает технология реконфигурируемых вычислений.

Гетерогенные реконфигурируемые системы предоставляют большую производительность и меньшее энергопотребление в сравнении с традиционными

системами общего назначения. Они также предоставляют гибкость, необходимую для разработки современных надежных встроенных систем.

В работе последовательно рассмотрены все основные вопросы, связанные с созданием реконфигурируемых специализированных вычислительных систем на современной элементной базе FPGA.

Была выполнена задача анализа доступных средств проектирования реконфигурируемых систем на базе FPGA и создания экспериментальной реконфигурируемой системы. Представлен пример разработанных нескольких экспериментальных функциональных блоков для реконфигурируемой архитектуры.

Литература

1. Christophe Bobda, Introduction to Reconfigurable Computing: Architectures, Algorithms, and Applications. Springer, 2007.
2. Lech Jozwiak, Nadia Nedjah, Miguel Figueroa, Modern development methods and tools for embedded Reconfigurable systems: A survey. INTEGRATION, the VLSI journal 43.
3. Philip Garcia, Katherine Compton, Michael Schulte, Emily Blem, and Wenyin Fu, An Overview of Reconfigurable Hardware in Embedded Systems. EURASIP Journal on Embedded Systems Volume 2006.
4. Ramachandran Vaidyanathan, Jerry L. Trahan, Dynamic Reconfiguration Architectures and Algorithms. Kluwer academic publishers, 2003.

УДК 621.391.1

ТЕХНОЛОГИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ В OLAP

П.В. Пантус

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

Существует ряд сфер деловой деятельности человека, в которых необходимо быстрое и удобное предоставление аналитической информации, основанное на получаемых данных. Часто данные поступают в корпоративные системы поддержки принятия решения подобных организаций в огромных объемах с большой интенсивностью, что создает определенные трудности и накладывает ряд требований на организацию загрузки данных в систему принятия решения, а так же ее обработку и предоставление пользователям информации в пригодном для анализа виде. Системами поддержки принятия решения (Decision Support System) называют автоматизированные системы, целью которых является помощь людям, принимающим решение в сложных условиях для полного и объективного анализа предметной деятельности.

Примеры подобных систем поддержки принятия решения – это большие корпоративные ресурсы, консолидирующие информацию об управленческой и налоговой деятельности организации. В системах такого рода очень важно, чтобы менеджер мог в пределах нескольких минут иметь возможность получать аналитические данные глубокой детализации для принятия управленческого решения. Примером является отчет об объеме продаж в разрезе регионов с детализацией по временам года и по группам продукции за последние 5 лет. Если данный отчет формируется больше нескольких часов (что в настоящее время встречается в организациях), то с каждым часом его актуальность уменьшается, а принятое решение может не возыметь необходимого результата.

Еще одним примером данного вида систем являются программные комплексы, в которых получения информации в кратчайшие сроки является требованием с наивысшим приоритетом, например программное обеспечение, предоставляющееся брокерами физическим и юридическим лицам в качестве площадки для игры на рынке

ценных бумаг. На подобных площадках своевременное получение актуальной аналитической информации важно, как ни в каких других системах поддержки принятия решения. В подобных системах запаздывание аналитической информации хотя бы на полсекунды может привести к тому, что у пользователя не останется времени на обдуманное принятие решения и тем самым, при неблагоприятных условиях, пользователь может потерять огромные деньги. Пример тому событие 6 мая 2010 года, когда индекс NASDAQ упал на 9,2% за 15 минут. При примерном подсчете оказалось, что игроки на рынке ценных бумаг в совокупности потеряли около 4 миллиардов долларов.

Для проведения практической части работы за исследуемую единицу была взята известная площадка для игроков на рынке ценных бумаг. При анализе системы была найдена следующая проблема. С ростом числа пользователей, начали накапливаться проблемы с загрузкой и получением данных аналитического характера. Из-за высокой загрузки серверной части программного комплекса аналитические данные доставлялись пользователям со значительной задержкой.

Архитектура рассматриваемой системы построена на технологии OLAP (online analytical processing – аналитическая обработка в реальном времени), которая была предложена Эдгаром Коддом. Ее концепция отличается от концепции реляционной БД и ориентирована на просмотр и анализ данных с точки зрения множественности показателей. По Кодду, многомерное концептуальное представление (multi-dimensional conceptual view) является наиболее естественным взглядом управляющего персонала на объект управления. Оно представляет собой множественную перспективу, состоящую из нескольких независимых измерений, вдоль которых могут быть проанализированы определенные совокупности данных. Одновременный анализ по нескольким измерениям данных определяется как многомерный анализ. Каждое измерение включает направления консолидации данных. Система OLAP позволяет хранить как базовые или «сырые» данные, так и настраиваемые агрегаты.

Первым этапом была изучена нагрузка на сервер базы данных. Полученные показатели показали следующее: основную нагрузку сервер испытывал при запросе аналитических данных с периодом чуть меньшим года (например, динамика продаж определенных инструментов на определенной бирже в определенные дни недели за последние 11 месяцев и 13 дней). После анализа структуры хранения информации в базе данных были выявлены недостатки системы хранения агрегатов: агрегаты считались только в пределах месяца, тем самым при запросе аналитики за последние 11 месяцев и 13 дней СУБД приходилось складывать 11 месячных агрегатов и базовые данные за 13 дней. Было принято решение о пересмотре системы хранения агрегатов. Были добавлены годовые агрегаты и так называемые текущие агрегаты (агрегаты от начала года). Данные модификации были протестированы, введение дополнительных агрегатов снизило нагрузку сервера примерно на 6%, тем самым оставляя ресурсы под аналитические запросы пользователей.

Вторым этапом было принято решение распределить данные по нескольким OLAP кубам, тем самым распределив нагрузку и открывая дорогу технологии географического распределения. Основной проблемой стало распределение аналитических данных по кубам. Нужно было бы найти метод, с помощью которого данные легко агрегировались и распределялись по кубам. За основу была взята технология Map-Reduce, разработанная компанией Google для своей поисковой системы. Принцип технологии Map-Reduce состоит в распределении работы по нескольким узлам (нодам). Работа Map-Reduce состоит из двух шагов: Map и Reduce.

На Map-шаге происходит предварительная обработка входных данных. Для этого один из компьютеров (называемый главным узлом – master node) получает входные

данные задачи, разделяет их на части и передает другим компьютерам (рабочим узлам – worker node) для дальнейшей обработки. На Reduce-шаге происходит окончательный расчет предварительно обработанных данных, а так же загрузка их в соответствующие OLAP-кубы.

Преимущество Map-Reduce заключается в том, что данный метод позволяет, распределено производить операцию Reduce. Множество рабочих узлов могут осуществлять свертку – для этого необходимо только чтобы все результаты предварительной обработки с одним конкретным значением ключа обрабатывались одним рабочим узлом в один момент времени. Хотя этот процесс может быть менее эффективным по сравнению с более последовательными алгоритмами, Map-Reduce может быть применен к большим объемам данных, которые могут обрабатываться большим количеством серверов. Так, Map-Reduce может быть использован для сортировки петабайта данных, что займет всего лишь несколько часов. Параллелизм также дает некоторые возможности восстановления после частичных сбоев серверов: если в рабочем узле, производящем операцию предварительной обработки или свертки, возникает сбой, то его работа может быть передана другому рабочему узлу (при условии, что входные данные для проводимой операции доступны).

Поскольку необработанные данные приходят в виде файла, то фактически задача сводится к следующему набору шагов:

1. разбить файл на части, принадлежащие каждому отдельному инструменту (шаг Map);
2. посчитать агрегаты и передать их в соответствующий OLAP-куб вместе с базовыми данными (Шаг Reduce).

Данная задача идеально решается в 2 этапа, причем второй этап можно выполнять параллельно, тем самым оптимизируя затрачиваемое время.

На тестовой площадке был смоделирован прецедент использования системы с загрузкой данных, используя систему MAP-Reduce. Суть ее состояла в том, что на вход системы подавались данные об объеме торгов за определенный период по акциям крупнейших американских компаний (GOOG, YHOO, IBM, DELL, MSFT, AAPL, PEP, KO). Файл нужно было разбить по компаниям, запустить Reduce-поток, который агрегировал бы данные по компаниям и загружал бы их в СУБД вместе с базовыми данными.

Результаты замеров скорости загрузки:

Название алгоритма	Среднее время загрузки данных, сек.
Алгоритм с использованием Map-Reduce	3,186
Классический алгоритм загрузки информации из файла	8,154

Из результатов замера скорости стало понятно, что алгоритм Map-Reduce работает в 2,5 раза быстрее, чем классический алгоритм работы с файлом.

При использовании данной технологии система сможет предоставлять данные на несколько секунд быстрее, чем она делает это сейчас. Тем самым оставляя пользователям время на анализ рыночной ситуации перед принятием решения о рыночных манипуляциях.

Литература

1. Cabibbo L., Torlone R. A Logical Approach to Multidimensional Databases.
2. Feng Y., Agrawal D. Range CUBE: Efficient Cube Computation by Exploiting Data Correlatio.
3. Inmon W.H. Building The Data Warehouse.

УДК 004.4

КОМПЛЕКС ПРОГРАММ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОЙ БИРЖЕВОЙ ТОРГОВЛИ

В.В. Рябухин

Научный руководитель – д.т.н., профессор Т.И. Алиев

Данная работа была посвящена разработке комплекса программ для сбора статистических данных, отражающих зависимости характеристик функционирования системы алгоритмической электронной биржевой торговли tBricks от ее структурно-функциональных и нагрузочных параметров. Особенности таких систем являются повышенные требования к характеристикам их производительности. Под характеристиками производительности в сфере таких систем понимаются значения времени реакции системы на события и задержки прохождения сообщений в системе.

В исследовании освещались следующие темы:

- проблема выбора закладываемого в комплекс принципа получения данных об объекте;
- проектирование структурно-функциональной организации комплекса и разработка алгоритмов работы;
- разработка примера использования комплекса.

В качестве способа получения данных предлагается использовать метод измерительного эксперимента, который в отличие от метода моделирования позволяет получать самые точные данные. Используется обширный перечень измерительных средств, который включает в себя утилиты операционной системы, собственные средства исследуемой системы, а также мощный инструмент динамической трассировки приложений DTrace Framework от компании Sun.

Вопрос выбора способа структурной организации решается в пользу принципа модульности, что обеспечивает гибкость настроек, простоту модификации и поддержки, а также возможность использования компонент комплекса в других системах.

Для иллюстрации возможностей разработанного комплекса проводится небольшое исследование, в котором определяется степень соответствия характеристик исследуемой системы требованиям, изложенным при ее проектировании. Также по результатам исследования составляется список рекомендаций, выполнение которых позволяет улучшить показатели работы системы.

Программный комплекс, реализованный в работе, успешно внедрен в производственный процесс фирмы-разработчика системы tBricks и активно используется в рабочей деятельности.

Литература

1. Таненбаум Э., ван Стеен М. Распределенные системы. Принципы и парадигмы. – СПб: Питер, 2003.
2. Carl Jones. Algorithmic Trading. – Wrox, 2008.
3. Irene Aldridge. High-Frequency Trading: A Practical Guide to Algorithmic Strategies and Trading Systems. – Wiley & Sons, 2009.
4. Fix Protocol Specialization. // <http://www.fixprotocol.org>

УДК 004.4

СИСТЕМА ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ОБНОВЛЕНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА БАЗЕ ОС GENTOO LINUX**А.И. Савков****Научный руководитель – д.т.н., профессор А.А. Ожиганов**

С ростом количества пользователей, серверы, передающие большие объемы информации многим пользователям, испытывают все большие нагрузки, а значит, требуют улучшения аппаратного обеспечения. В частности это касается серверов обновления программного обеспечения. На данный момент проблема, в большинстве случаев, решается путем зеркалирования данных. При таком подходе данные копируются на несколько машин, а затем нагрузка, тем или иным способом, разделяется между ними.

Целью работы являлось исследование применимости принципов построения распределенных сетей при построении системы обновления программного обеспечения. За основу взята система обновления программного обеспечения операционной системы (ОС) Gentoo Linux. Данная ОС является системой с открытым исходным кодом и хорошо документирована, что облегчает изучение и модификацию как всей ОС в целом, так и отдельных ее частей.

Систему обновления ОС Gentoo Linux можно разделить на две части: репозиторий, хранящий информацию о программных пакетах, их версиях и правилах их сборки; система передачи самих программных пакетов. Таким образом, работа была разделена на две части, в каждой из которых решаются проблемы, присущие той или иной части системы обновления.

В первой части работы были рассмотрены наиболее популярные протоколы децентрализованной передачи данных, произведен их сравнительный анализ и выявлен наиболее подходящий для внедрения в систему обновления протокол. Основными факторами при отборе были: масштабируемость, защищенность протокола, эффективность передачи файлов разных размеров, отказоустойчивость, степень децентрализации. Рассмотрены разные методы внедрения выбранного протокола в систему обновления программного обеспечения ОС Gentoo Linux, выработаны соответствующие рекомендации по внедрению.

В рамках второй части работы был разработан прототип распределенного репозитория на базе репозитория ОС Gentoo Linux. Разработана структура сети, алгоритм общения узлов сети. За основу взята схема с «доверенными узлами». В результате созданный прототип представляет собой набор пересекающихся небольших подсетей, узлы которых, обмениваются между собой данными о состоянии репозитория и изменениях в него внесенных. Произведено исследование эффективности созданного приложения. Для оценки эффективности произведен сравнительный анализ нагрузки, испытываемой сервером, и времени передачи данных по сети при использовании созданного прототипа и при использовании схемы «клиент-сервер», используемой в ОС Gentoo Linux на данный момент. В эксперименте использовалось 6 узлов (1 из них – «изначальный сервер»). Даны рекомендации по дальнейшему улучшению созданного прототипа и его внедрению в ОС.

Проведенные исследования показывают значительное снижение на изначальный сервер при использовании децентрализованных сетей. Таким образом, в работе доказана целесообразность создания децентрализованной системы обновления программного обеспечения.

Литература

1. Oram Andy. «Peer-to-Peer: Harnessing the Power of Disruptive Technologies». O'Reilly. 2001.
2. Стивенс У.Р., Феннер Б., Рудофф Э.М. Unix: разработка сетевых приложений. 3-е издание. ЗАО Издательский дом «Питер», 2007.
3. Andrew S. Tanenbaum, Maarten van Steen. Distributed Systems: Principles and Paradigms. Prentice Hall, 2006.

УДК 004.414.23

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ КОММУТАТОРОМ В МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ

Д.О. Сафин

Научный руководитель – к.т.н. Л.А. Муравьева-Витковская

Данная работа была посвящена актуальной проблеме управления сетевым оборудованием в компьютерных сетях. Решение этой проблемы имеет наибольшее значение в современных мультисервисных сетях связи. Была исследована проблема разработки алгоритмов управления информационными потоками и выбор стратегии маршрутизации, а так же их программная реализация, современными средствами разработки.

В настоящее время данная тематика является актуальной в мире сетей связи. Большой интерес вызывают сети и устройства, которые могут обеспечить тесное взаимодействие разных технологий не только на уровне физического соединения, но и на уровне предоставления определенных услуг. Для управления мультисервисной сетью требуется высокоуровневая интеллектуальная система. В сети одновременно передается множество разных видов трафика, причем для каждого из них требуется безусловное соблюдение одних параметров и допускаются более или менее серьезные уступки по другим, требуется использование специализированных средств, не допускающих перегрузки сети и нарушения требуемого качества.

Основными задачами работы являлись:

1. формирование представления о концепциях мультисервисных сетей связи;
2. рассмотрение основных подходов к управлению сетью, касаясь организации маршрутизации и ограничения интенсивности потоков;
3. анализ средств, методов и протоколов управления коммутационным оборудованием;
4. формирование алгоритмов управления коммутационным оборудованием.

Для решения поставленной задачи, среди всех подзадач управления оборудованием, были выделены наиболее важные:

- оценка трафика, проходящего через каждый порт коммутатора;
- мониторинг состояния модулей памяти и портов;
- решение задачи оценки задержки пакетов.

В процессе разработки программного продукта, потребовалось решить следующие сопутствующие задачи: организация мониторинга состояния модулей устройства, получение оценки параметров случайных потоков контрольной информации.

Основным результатом работы является создание программного комплекса, который может быть использован при администрировании компьютерных сетей, а также для анализа процессов, протекающих в коммутационном оборудовании.

Литература

1. Гребешков А.Ю. Стандарты и технологии управления сетями связи. – М.: Экотрендз, 2008. – 194 с.
2. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы 4 издание. – СПб: Питер, 2010. – 916 с.
3. Таненбаум Э. Компьютерные сети. 4-е изд. – СПб: Питер, 2010. – 992 с.

УДК 004.4

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЯ ВЫЧИСЛЕНИЙ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПОВЫШЕННОЙ СЛОЖНОСТИ

В.Е. Табачник

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

Разработка программного обеспечения для многопроцессорных и многомашинных вычислительных систем является относительно новой, неформализованной задачей и представляет собой большой интерес в свете повсеместного подхода на подобные системы, как в сфере научных вычислений, так и в коммерческой и пользовательской среде.

Целью данной работы являлась выработка общего подхода к разработке программного обеспечения для систем с несколькими вычислительными узлами, в частности, разработка методики по синтезу алгоритма, эффективно работающего в многопроцессорной среде. Несмотря на наличие закрытых программно-аппаратных платформ, позволяющих создавать подобное программное обеспечение, очевидна необходимость существования не привязанной к конкретной программно-аппаратной архитектуре методики, позволяющей получать параллельный алгоритм решения целевой задачи.

Основными задачами работы являлись.

1. Обзор существующих подходов по распараллеливанию вычислений.
2. Систематизация основных типов параллелизма в программах.
3. Выработка методики по синтезу параллельного алгоритма.
4. Применение полученной методики для решения стандартных задач.

В ходе работы были проанализированы современные достижения в теории распараллеливания вычислений, был использован опыт иностранных научных лаборатории, применяющих параллельные вычисления для решения научных задач на вычислительных узлах с тысячами процессоров.

Основным результатом работы является создание универсального решения для разработки параллельных алгоритмов, выработана система характеристик, позволяющих оценивать как потенциал выбранного алгоритма для последующего распараллеливания, так и эффективность работы полученного.

Для реализации вычислительных экспериментов были задействованы 2-х, 4-х и 8-ми ядерные процессоры производства фирмы Intel работающие под управлением операционной системы Windows.

Литература

1. Томас Кормен, Чарльз Лейзерсон, Рональн Ривест, Клиффорд. Алгоритмы. Построение и анализ. М.: Вильямс, 2005. 2-е изд. – С. 173–178.
2. Ian Foster. Designing and Building Parallel Programs // Argonne National Laboratory – Mathematics and Computer Science Division - <http://www.mcs.anl.gov/~itf/dbpp/>

УДК 004

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕРАВНОМЕРНОГО ОСВЕЩЕНИЯ И ПОМЕХ

Цао Чэнь

Научный руководитель – к.т.н., доцент В.И. Поляков

Понятие сегментации изображения можно рассматривать как формализацию понятия выделяемости объекта из фона или понятий связанных с градиентом яркости. Метод сегментации можно разделить на два класса: автоматические и интерактивные.

Для тестирования были выбраны четыре метода автоматической сегментации: EDISON, JSEG, EDGEFLOW и MULTISCALE. Оказалось, что не все сегментаторы могут хорошо сохранять геометрическую форму объектов на изображении. Например, если объект содержит острый угол, некоторые сегментаторы могут его деформировать, причем, чем острее угол, тем большей получается его деформация. Также одной из наиболее важных проблем исследованных методов сегментации является проблема создания ложных границ на изображениях с медленно изменяющейся яркостью. Выяснилось, что сегментаторы ведут себя неустойчиво при зашумлении и размытии изображения. Результат сегментации даже слегка зашумленного или размытого изображения может существенно отличаться от результата сегментации исходного изображения. Отсюда следует важный практический вывод: до сегментации желательно очистить изображение от шума и повысить его четкость. Однако следует учитывать, что кроме автоматических сегментаторов существуют еще и ручные методы, качество которых может быть выше автоматических методов.

Для интерактивной сегментации известны следующие алгоритмы: «Волшебная палочка» (MagicWand); «Умные ножницы» (Intelligent Scissors); сегментация при помощи разрезов на графах; GrabCut; Lazy Snapping; Progressive Cut; Random Walker; GrowCut.

Сравнение различных алгоритмов интерактивной сегментации дало следующие результаты: MagicWand – является самым примитивным инструментом сегментации. Почти любая задача сегментации требует большого взаимодействия с пользователем. Однако, благодаря простоте своей реализации, он получил наибольшее распространение. Алгоритм Intelligent Scissors также требует достаточно большого количества действий со стороны пользователя (хотя и меньше, чем в Magic Wand). К его плюсам стоит отнести высокую скорость алгоритма. Сегментация с помощью разрезов на графах GrabCut значительно упрощает действия пользователя по сравнению с предыдущими алгоритмами. Главным недостатком является значительное время реакции на дополнительный ввод для больших изображений (в несколько мегапикселей). Также стоит отметить, что алгоритм требует достаточно много оперативной памяти. Алгоритм является запатентованным. GrabCut обладает самым удобным интерфейсом среди всех рассматриваемых алгоритмов, так как позволяет получить первое приближение по одному ограничивающему прямоугольнику. Однако в случаях, когда цветовые распределения фона и объекта сильно перекрываются, первое приближение часто выдаёт неправильный результат, и изображение приходится сегментировать также, как и в обычном GraphCut-е. Этот алгоритм сложнее остальных алгоритмов для реализации. Он также запатентован. Lazy Snapping, сохраняя достоинства GraphCut-a, значительно уменьшает время реакции на дополнительный ввод. GrabCut и Lazy Snapping на взгляд автора являются наилучшими алгоритмами интерактивной сегментации изображений. Progressive Cut упрощает процесс редактирования сегментации. Однако изменение исходного графа может увеличить время реакции алгоритма (авторы не предоставляли информации о скорости

алгоритма). Random Walker – проигрывает GraphCut-у. Время реакции больше, чем у последнего. Также требует много оперативной памяти. GrowCut, несмотря на простоту реализации, является достаточно хорошим алгоритмом сегментации. Главным достоинством является очень маленькое время реакции на дополнительный ввод, и, вследствие этого, высокая интерактивность. К недостаткам следует отнести некоторую рваность границ. Достаточно требователен к оперативной памяти.

Методы автоматической сегментации в отличие от интерактивных являются достаточно узкими и ограниченными методами.

При автоматизированном анализе цифровых изображений очень часто возникает проблема определения простых фигур, таких как прямые, круги или эллипсы. Во многих случаях используется алгоритм детектирования границ в качестве предобработки для получения точек, находящихся на кривой в изображении. Однако, либо из-за зашумлённости изображения, либо из-за несовершенства алгоритма детектирования границ могут появиться «потерянные» точки на кривой, так же как и небольшие отклонения от идеальной формы прямой, круга или эллипса. По этим причинам часто довольно сложно сгруппировать выделенные границы в соответствующий набор прямых, кругов и эллипсов. Назначение преобразования Хафа в том, чтобы разрешить проблему группировки граничных точек путём применения определённой процедуры голосования к набору параметризованных объектов изображения.

В данной работе за основу был взят метод сегментации с помощью управляемого маркерного водораздела, в частности. Для извлечения областей из полученных изображений – метод фильтрации Хафа. Метод маркерного водораздела часто используется в связи с объектом изображения, он преодолет избыточной сегментацией.

В результате был разработан алгоритм сегментации изображения куба в условиях неравномерного освещения и помех с шахматной текстурой. Исследование алгоритма показали сильную зависимость параметров преобразований на результат. Вследствие чего были определены оптимальные коэффициенты $\text{thresh} = 0,05$ для преобразований Собеля соответственно.

Проведенные исследования подтвердили целесообразность использования скользящей маски для обнаружения точек и линий и обосновали величину порогового значения, которое оказывает существенное влияние на результаты обработки изображений.

Литература

1. Александров В.В., Горский Н.Д. Представление и обработка изображений: рекурсивный подход. Л.: Наука, 1985. – 190 с.
2. Кулешов С.В., Зайцева А.А. Селекция и локализация семантических фрагментов // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2008. – Т.6, №10. – С. 88–90.
3. Александров В.В., Кулешов С.В., Цветков О.В. Цифровая технология инфокоммуникации. Передача, хранение и семантический анализ текста, звука, видео. – СПб: Наука, 2008. – 244 с.
4. Кроновер Р.М. Фракталы и хаос в динамических системах. Основы теории. – М.: Постмаркет, 2000. – 322 с.

УДК 004

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОСТРОЕНИЯ НЕПРОТИВОРЕЧИВЫХ БАЗ ЗНАНИЙ НА ОСНОВЕ СЕМАНТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Ши Хуасин

Научный руководитель – к.т.н., доцент И.А. Бессмертный

В работе были рассмотрены технологии семантической сети и семантической паутины [1], а также их методы, в том числе языковые, которые применяются для создания баз знаний. Одной из серьезных проблем на пути создания больших баз знаний является противоречивость знаний, неизбежно возникающая при объединении знаний разных предметных областей или разных авторов [4].

В работе были исследованы различные виды противоречий, такие как: парадокс лжеца, парадокс Рассела, неразрешимый спор, семантические двусмысленности, свойство множества или свойство индивида множества, а также особенности противоречий, которые могут возникать при формализации знаний в форме семантических сетей [2].

Одним из перспективных направлений развития интеллектуальных систем, построенных на основе баз знаний, является Семантическая Паутина, использующая семантические сети в качестве модели представления знаний. Целью Семантической Паутины является обеспечение доступности знаний, хранящихся на ресурсах Всемирной Паутины, для интеллектуальных агентов – специальных программ для извлечения знаний по запросу пользователя. Интеллектуальный агент далеко не всегда сможет обнаружить противоречивость фактов и относиться к ним критически [2, 3].

Основными задачами работы являлись:

1. создание и исследование модели противоречий в формате семантической сети;
2. моделирование процесса выявления противоречий;
3. программная реализация алгоритма выявления парадоксов.

Основным результатом работы является создание модели противоречий в формате семантической сети, исследование стратегии выявления и исключения потенциальных логических парадоксов в семантической сети и методов построения непротиворечивых баз знаний на основе семантических сетей.

Для создания модели были применены следующие программные технологии: программа SEMANTIC, разработанная на кафедре Вычислительной техники СПбГУ ИТМО [6, 7, 8, 9] и CYCL – продукт компании CyCorp [10].

Литература

1. Тим Бернес-Ли. The Semantic Web // Журнал «Scientific American». 2001. Перев. Е. Золин. 2004.
2. Ставинский И. Тайна логических парадоксов разрешена // <http://uweb.superlink.net/~dialect/rusparadox.html>
3. Куликов С.С. Использование семантической паутины при интеграции данных и приложений в области дистанционного обучения // VI Международная научно-методическая конференция «Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века». Минск, 2007.
4. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: Современный подход. 2-е изд. // пер. с англ. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2006.
5. Рубашкин В., Пивоварова Л. Онторедактор как комплексный инструмент онтологической инженерии // Мат. межд. конф. «Диалог-2008», 2008.

6. Bessmertny Igor, Kulagin Vyacheslav. Semantic Network as a Knowledge Base in Training Systems // Proceedings of 11th IACEE World Conference on Continuing Engineering Education. Atlanta, GA, USA, 2008. – Pp. 95–99.
7. Bessmertny Igor. An Intellectual Agent in Training Systems // Proceedings of 5th International Symposium on Education and Information Systems, Technologies and Applications: EISTA'2007. Orlando, FL, USA, 2007.
8. Bessmertny Igor. Visual Prolog and Semantic Networks at Knowledge Visualization // Proceedings of Visual Prolog Application & Language Conference: VIP-ALC'08. – St.Petersburg, Russia, 2008. – Pp.107–111
9. Бессмертный И.А. Искусственный интеллект. Учебное пособие. СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. – 132 с.
10. Wood, Lamont. Cycorp: The Cost of Common Sense // Technology Review, March, 2005.

УДК 004

РАЗРАБОТКА УРОВНЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ В J2EE-ПРИЛОЖЕНИЯХ

П.В. Шитиков

Научный руководитель – к.т.н., доцент Б.Д. Тимченко

В рамках работы рассматривались вопросы, касающиеся современной разработки уровня представления в клиент-серверных web-приложениях. В ней рассматривается модель MVC и различные способы разработки web-слоя. Отделение разработки уровня представления позволяют отделить его от модели данных самого приложения, что упрощает разработку. Сама разработка реализована на платформе J2EE. В качестве фреймворка для уровня представления выбрана технология JSF.

Помимо самой разработки, также рассматривался вопрос о формировании и настройке среды разработки и о стеке технологий, входящих в эту среду. Разработка функционала разбита на несколько этапов. После постановки задачи идёт разработка UML-диаграмм, что позволяет рассмотреть функционал с разных точек зрения. Следующим шагом реализована разработка пользовательского интерфейса с помощью JSF и функциональной логики с помощью java-бинов, позволяющих реагировать на действия пользователей.

Разработка была реализована на свободно распространяемых продуктах на базе ОС Debian. Сложность задачи заключалась ещё и в том, что разработка групповая и распределённая, и приходилось пользоваться системами контроля версий (svn).

Литература

1. Брюс Перри. Java сервлеты и JSP: сборник рецептов. – 602 с.
2. Анил Хемраджани. Гибкая разработка приложений на Java с помощью Spring, Hibernate и Eclipse. – 352 с.
3. Дэвид М. Гери, Кей С. Хорстманн. JavaServer Faces. – 576 с.

УДК 004.4

МОНИТОРИНГ ДОСТУПНОСТИ ПРИЛОЖЕНИЙ СТАНДАРТА J2EE

К.В. Ящук

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

Приложение стандарта J2EE опирается на множество технологий. Чаще всего такое приложение является распределённым, т.е. располагается на нескольких программных или прикладных серверах. Некоторые сервера могут содержать серверную часть, другие посредством http доставляют удалённым пользователям клиентскую часть или предоставляют доступ к базе данных и т.д. Приложения могут пользоваться сервисами других приложений. В процессе эксплуатации такой системы необходимо знать, что все её компоненты функционируют и доступны в полной мере. В случае сбоя одного или нескольких компонент, система может в целом функционировать, но не удовлетворять при этом всем поставленным требованиям, либо полностью отказать. Отсюда следует, что в процессе эксплуатации приложения стандарта J2EE важно использовать систему мониторинга, которая будет своевременно сообщать о сбоях.

Система мониторинга должна отслеживать приложение J2EE по наиболее критичным параметрам, позволяющим судить о его доступности. В случае неисправностей, система должна отправлять предупреждение системному администратору. Также крайне желательно, чтобы система была интегрирована или взаимодействовала с более крупной программой мониторинга систем и сетей, так как приложения J2EE часто работают в одной сети с прочими информационными системами, и экономически оправдано заниматься мониторингом всех систем сети вместе.

Литература

1. ГОСТ Р 50.1.053-2005. Рекомендации по стандартизации «Информационные технологии. Основные термины и определения в области технической защиты информации».
2. Спецификация Java Enterprise Edition [Электронный ресурс] <<http://java.sun.com/javaee/>>

УДК 004.414.2

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ СОВМЕСТНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ПРОГРАММНЫХ И АППАРАТНЫХ КОМПОНЕНТ СИСТЕМ НА КРИСТАЛЛЕ**

В.С. Васильев

Научный руководитель – к.т.н., доцент П.В. Кустарев

«Система на кристалле» (СнК) представляет собой законченную вычислительную машину, включающую процессорные ядра, системную шину, память, сопроцессоры, различного рода периферию, реализованную в виде микросхемы. Отличительным признаком технологий СнК является широкие возможности аппаратной реконфигурации.

Современные СнК представляют собой гетерогенные – аппаратно-программные – комплексы. При условии непрерывно растущей сложности СнК, требуется сокращение времени выхода изделия на рынок (time-to-market) при росте качества. В соответствии с

этим в мире ведутся многочисленные и разнонаправленные исследования, направленные на интенсификацию процесса проектирования.

Представленное исследование не носит стратегического характера, а ориентировано на частную технологическую задачу – обеспечение поддержки совместного проектирования (co-design) реконфигурируемых аппаратно-программных систем. Основной целью являлось исследование и апробация методов построения смешанных программно-аппаратных моделей системного уровня.

Для достижения данной цели были определены следующие задачи:

- необходимо исследовать существующие маршруты проектирования;
- проанализировать возможности современных инструментов для совместного программно-аппаратного проектирования, а также языки моделирования;
- с помощью выбранного средства разработать интерфейс взаимодействия программно-аппаратных разноуровневых компонентов модели системы;
- необходимо рассмотреть процесс проектирования на конкретном примере.

В традиционном маршруте проектирования после получения спецификации выполняется архитектурное моделирование (например, с помощью MatLab, MLDesigner или Ptolemy). На данном этапе решаются вопросы функциональной организации, распределения нагрузки между элементами, формирования подсистем и т.п.

Вес и содержание «системного» этапа проекта может быть различным. Однако, всегда, рано или поздно, нужно будет осуществить переход от абстрактной модели к аппаратно-программной реализации системы. Очень часто, это выполняется неформально, вручную. В итоге, реализация системы не всегда адекватно отражает аспекты высокоуровневой модели.

Другая типовая проблема сложных проектов в том, что разработка программной и аппаратной частей ведутся независимо и совместно верифицируются лишь на завершающих этапах.

Стремясь решить указанные проблемы, был предложен модифицированный маршрут, основанный на поэтапной детализации и совместной верификации программных и аппаратных компонентов. Основной особенностью такого подхода является отсутствие разрыва между системным уровнем модели и уровнем реализации за счет использования дополнительного уровня «адаптации».

Построение «смешанноуровневой» модели осуществляется в рамках технологии TLM, рассмотренной в данной работе. В качестве языка моделирования выбран SystemC, так как он обладает рядом достоинств, выявленных в процессе исследования.

Апробация технологии проектирования выполнена на примере разработки кодера изображений в формате JPEG. Результаты моделирования по большей части совпали с результатами синтеза RTL-описания, что доказывает адекватность данной технологии.

Литература

1. Жан М. Рабаи. Цифровые интегральные схемы. Методология проектирования / Жан М. Рабаи, Ананта Чандракасан, Боривож Николич ; пер. с англ. – Изд 2-е. – М.: ООО «ИД Вильямс», 2007.
2. Vahid F. Embedded system design: a unified hardware/software introduction / F. Vahid, T. Givargis. – Wiley: 2002.
3. Cortes L.A. A survey on hardware/software codesign representation models. / L.A. Cortes, P. Eles, Z. Peng – Dept. of Computer and Information Science, Linköping University, Linköping, Sweden, SAVE Project Report, June 1999.

УДК 681.5.01

ИНТЕГРАЛЬНЫЙ АУДИОПРОЦЕССОР

Н.А. Курпан

Научный руководитель – к.т.н., доцент П.В. Кустарев

Целью работы являлось проектирование интегрального устройства обработки звукового сигнала в реальном времени – аудиопроцессора (АП), позволяющего выстраивать цепь обработки произвольной длины и разветвленности.

На основе анализа типовых маршрутов проектирования (синтез высокоуровневых моделей, сбор из типовых блоков, кодирование после анализа) был создан комбинированный АП, позволяющий оптимизировать реализацию под ограничения аппаратуры и алгоритма, а также оценить корректность работы алгоритма на ранних этапах.

Также рассмотрены базовые виды обработки (фильтрация, компрессия, усиление) и наиболее популярные их комбинации (enhancer, exciter, maximizer). Затем типовые формулы проанализированы с точки зрения количества операций умножения, способности к параллельному исполнению, требуемой тактовой частоты. Адаптированы к целочисленной арифметике. Построены MatLab-модели.

Проанализирован рынок современных ПЛИС и ЦСП (по критериям пикового вычисляемого количества умножений с накоплением в секунду, стоимость устройства и удельной стоимости умножения с накоплением). Произведен выбор аппаратной базы для АП, выполнено распараллеливание и оптимизация алгоритма под выбранное устройство.

Рассмотрены варианты организации обрабатывающего тракта АП (звезда, шина, цепь с обходами, матрица), предложена модификация одного из типовых вариантов (шины с мультиплексорами). Составлена детальная блок-схема АП, описан каждый модуль. Представлены автоматные модели базовых видов обработки. Разработана Verilog-модель АП.

Даны оценки полученным результатам и прогноз о возможной популярности предложенного метода в ближайшем будущем.

Литература

1. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов: Учебник для вузов. 2-е издание, 2006 год, 752 стр., формат 17×23 см (70х100/16), Твердый переплет, ISBN 5-469-00816-9.
2. Чернецкий М. Психоакустические процессоры. Журнал «Звукорежиссер», 2002, №4.
3. Chu P.P. FPGA Prototyping by Verilog Examples. Xilinx Spartantm-3 Version. A John Wiley & Sons, Inc., Publication.

УДК 004

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ РЕКОНСТРУКЦИИ ТРЕХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ ПО РАСТРОВЫМ ИЗОБРАЖЕНИЯМ

Ло Юй

Научный руководитель – к.т.н., доцент В.И. Поляков

В работе были поставлены следующие цели:

- изучить предметную область реконструкции трехмерных моделей по растровым изображениям;
- провести аналитический обзор существующих программных и аппаратных разработок;
- изучить существующие алгоритмы реконструкции изображений;

- разработать собственный алгоритм реконструкции изображения.

Области применения реконструкции изображений:

1. Промышленная фотограмметрия.

В настоящее время техническое и программное обеспечение фотограмметрии применяется в геодезии, картографии, военном деле, космических исследованиях, для создания 3D-моделей промышленных установок, в архитектуре и др.

2. Подсчет количества единиц в скоплении.

В частности это программное обеспечение, способное осуществить подсчет количества единиц в скоплении (будь то люди или насекомые) разработано учеными Великобритании. Видеозаписи показывают подсчет системой количества людей, проходящих через станцию метрополитена на открытой площадке, а также подсчет количества пчел, находящихся внутри улья.

3. Система позиционирования по фотографии места нахождения.

Другой программный продукт – конкурент спутниковых систем позиционирования. Разработанная в Великобритании технология позволяет не заблудиться в незнакомом городе и проложить маршрут без помощи спутника и карты: достаточно послать на сервер фотоснимок, сделанный, например, камерой мобильного телефона – и тут же получить исчерпывающий ответ.

Реконструкция максимально детально описывать пространство, что особенно важно при работе с 3D-моделями, так как появляется возможность встраивать синтезированные объекты в фотореалистичный интерьер.

Был разработан алгоритм реконструкции томографического снимка.

Основными этапами алгоритма являются.

- Создание фантома головы.
- Параллельные лучи – вычисление синтезированных проекций.
- Параллельные лучи – реконструкция фантома головы на основании проекционных данных.
- Веерные лучи – вычисление синтезированных проекций.
- Веерные лучи – реконструкция фантома головы на основании проекционных данных.

Результаты проделанной работы можно охарактеризовать с помощью кратких выводов:

- изучена предметная область реконструкции трехмерных моделей по растровым изображениям;
- проведен аналитический обзор существующих программных и аппаратных разработок в области реконструкции изображений;
- изучены существующие алгоритмы реконструкции по одному изображению;
- разработан собственный алгоритм реконструкции томографического изображения головы, который показал хорошие результаты.

Литература

1. Александров В.В., Горский Н.Д. Представление и обработка изображений: рекурсивный подход. Л.: Наука, 1985. – 190 с.
2. Кулешов С.В., Зайцева А.А. Селекция и локализация семантических фрагментов // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2008. – Т.6, №10. – С. 88–90.
3. Александров В.В., Кулешов С.В., Цветков О.В. Цифровая технология инфокоммуникации. Передача, хранение и семантический анализ текста, звука, видео. – СПб: Наука, 2008. – 244 с.

4. Кроновер Р.М. Фракталы и хаос в динамических системах. Основы теории. – М.: Постмаркет, 2000. – 322 с.
5. Кулешов С.В., Зайцева А.А., Аксенов А.Ю. Ассоциативно-пирамидальное представление данных // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2008. – Т.6, № 4. – С. 14–17.
6. Boykov Y. and Jolly M.-P. Interactive graph cuts for optimal boundary and region segmentation of objects in n-d images. In Proc. Of the International Conference on Computer Vision, 2001. – Vol. 1. – P. 105–112.
7. Rother C., Kolmogorov V. and Blake A. Grabcut – interactive foreground extraction using iterated graph cuts. Proc. ACM Siggraph. 2004.
8. Дьяконов В.П. MatLab 5 – система символьной математики. – М.: Нолидж, 1999. – С. 640.
9. Дьяконов В.П., Абраменкова И.В. MatLab. Обработка сигналов и изображений. Специальный справочник. – СПб: Питер, 2002. – С. 608.
10. Дьяконов В.П. MatLab 7.*/R2006/2007. Самоучитель. – М.: ДМК-Пресс, 2008. – С. 768.
11. Журавель И.М. Краткий курс теории обработки изображений. <http://matlab.exponenta.ru/imageprocess/book2/48.php>

УДК 004.4'232

БУФЕРИЗАЦИЯ ОТВЕТОВ УДАЛЁННЫХ СИСТЕМ

Д.А. Маркин

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

В рамках данной работы была разработана и реализована программная платформа «Cascaded Cache». Основное предназначение данной программной платформы является кэширование вызовов различных компонент внутри приложения в том числе и вызовов удаленных систем. Основой для данной программной платформы является Spring Framework [1], а именно его модуль аспектно-ориентированного программирования [2], что делает решение абсолютно прозрачным для остального приложения.

В рамках работы была создана эффективная методика кэширования ответов удаленных систем. На основе созданной программной платформы были реализованы несколько стандартных решений, решающих задачи увеличения скорости работы приложения, долговременного кэширования и устойчивости работы самого приложения.

Литература

1. Craig Walls. Spring in Action, Third Edition // Manning Publications, 2009. – 396 p.
2. Ramnivas Laddad, Rod Johnson: Aspectj in Action: Enterprise AOP with Spring Applications // Manning Publications. 2008. – 497 p.

УДК 681.5.01

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИНХРОННЫХ ЯЗЫКОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ
ВО ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМАХ****А.Е. Сухой****Научный руководитель – к.т.н., доцент А.Е. Платунов**

В работе были исследованы синхронные языки программирования, а также возможные способы реализации встраиваемых вычислительных систем на основе синхронной модели вычисления.

Несмотря на широкое распространение универсальных языков программирования, таких как C/C++, Java и технологий программирования на их основе, в мире проводятся работы по созданию специализированных языков и технологий, предназначенных для программирования управления ответственными объектами.

В работе определены основные особенности синхронной модели вычислений. Произведен обзор синхронных языков программирования и их сравнение по различным критериям, таким как: стиль описания, основные блоки из которых состоит программа, тип взаимодействия между блоками, поддержка параллелизма, поддержка обратных связей. Определены основные способы реализации BBC на основе синхронной модели. Произведено сравнение способов реализации по таким критериям как: гибкость решения, скорость, использование памяти и энергопотребление. Произведена оценка эффективности реализации управляющего алгоритма выполненного с помощью модельно-ориентированной среды разработки SCADe по сравнению с реализацией, выполненной на языке Си.

Литература

1. Benveniste A. et al. The Synchronous Languages 12 Years Later. Proceedings of the IEEE. 2003. – Vol. 91, № 1. – Pp. 64–83.
2. Kirsch CM. Principles of real-time programming. In: Sifakis J, Sangiovanni-Vincentelli A (eds) Conference on Embedded Software, EMSOFT'02, LNCS. 2002. – Vol. 2491. Springer, Heidelberg.
3. Halbwachs N., Caspi P., Raymond P. and Pilaud D. The synchronous data flow programming language LUSTRE, Proceedings of the IEEE. 1991. – Vol. 79. – Pp. 1305–1320.

УДК 004.733

**ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СЕТЕЙ WiMAX
ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ТРАФИКА IP-ТЕЛЕФОНИИ****А.В. Мартыненко****Научный руководитель – д.т.н., профессор Т.И. Алиев**

Данная работа была посвящена исследованию зависимостей характеристик, влияющих на качество функционирования приложений IP-телефонии, в сетях WiMAX от загрузки и нагрузки восходящего канала связи (от мобильной станции (МС) к базовой (БС)). Под качеством функционирования IP-телефонии подразумевается выполнение этим типом трафика требований по качеству обслуживания, т.е. выполнению требования по ограничениям средней задержки и вариации задержки при передаче потока от МС к БС.

Основными задачами, рассматриваемыми в исследовании, являлись:

- определение зависимости средней задержки и вариации задержки пакетов от загрузки восходящего канала связи в сети WiMAX (от мобильной станции (МС) до базовой (БС));
- определение порогового значения нагрузки канала, при котором выполняются требования качества обслуживания для IP-телефонии.

В работе было предложено усовершенствовать и воспользоваться моделью, позволяющей моделировать разные типы трафика в сетях WiMAX, в том числе и UGS-трафик, коим является трафик IP-телефонии в реализации стандарта IEEE 802.16e. Для усовершенствования модели предлагается провести два исследования, позволяющих повысить достоверность модели. Первое исследование призвано обнаружить зависимость интенсивности ошибочных бит от соотношения сигнал/шум в канале связи для добавления моделирования ошибок в идеальном канале. Второе исследование призвано выявить более точный механизм определения джиттера между методом вычисления вариации задержки по рекомендации RFC 3393 и спецификации МСЭ-T Y.1541.

По результатам проведенных исследований были сделаны соответствующие изменения алгоритма работы базовой модели и проводились нагрузочные испытания модели.

В результате исследования было обнаружено, что значения средней задержки и вариации задержки высокоприоритетных пакетов IP-телефонии практически не зависят от загрузки канала связи, что говорит о хорошей реализации механизмов предоставления и контроля качества обслуживания в сетях стандарта IEEE 802.16. Однако при длительных перегрузках сети пакеты IP-телефонии, также как и неприоритетного трафика начинают теряться, что приводит к невозможности использования IP-телефонии в сетях с продолжительными перегрузками.

При больших размерах очереди было проведено исследование влияния нагрузки канала связи на характеристики продвижения пакетов IP-телефонии. В ходе работ были найдены зависимости характеристик канала от нагрузки и найдено пороговое значение нагрузки для сохранения возможности функционирования IP-телефонии. Получившееся пороговое значение равно 4,35 Эрланга, что говорит о хорошей стойкости сетей WiMAX к высоким нагрузкам на базовую станцию.

Литература

1. Вишневский В.М., Портной С.Л., Шахнович И.В. Энциклопедия WiMAX. Путь к 4G. – М.: Техносфера, 2009.
2. Raza Akbar, Syed Aqeel Raza, Usman Shafique. Performance evaluation of WiMAX / Blekinge Institute of Technology, 2009.
3. Рекомендация МСЭ-T Y.1541. Требования к сетевым показателям качества для служб, основанных на протоколе IP, 2006.
4. IETF RFC 3393, IP Packet Delay Variation Metric for IP Performance Metrics (IPPM), 2002.

УДК 004.622

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО КОНТЕНТА
ДЛЯ НАПОЛНЕНИЯ ПОРТАЛА УНИВЕРСИТЕТА****Г.В. Тальвинский****Научный руководитель – к.т.н., профессор В.В. Кириллов**

В рамках выполнения данной работы были проведены исследования информационного контента для наполнения портала Университета. В ходе исследований были изучены публикации российских авторов, посвященные данному вопросу, а так же зарубежные взгляды на формирование образовательного контента, наиболее популярным из которых является концепция обучающих объектов, подразумевающая разбиение материала на логически завершенные блоки, из которых позднее конструируются учебные курсы и дисциплины.

Основной целью работы являлась выработка методики формирования и сопровождения контента для образовательного портала, в ходе подготовки, к которой возникла потребность в формировании модели портала, для которого необходимо формировать контент. В результате проделанной работы была создана модель портала, как объединения сервисов и служб, в совокупности реализующих основную функцию портала – обеспечение образовательного процесса. Так же была реализована архитектура такого портала в виде стека протоколов.

Для формирования собственных рекомендаций по формированию и сопровождению информационного наполнения портала так же был проведен сравнительный анализ нескольких действующих порталов российских университетов.

На основе проведенного анализа и ранее проведенных исследований была сформулирована методика, представленная в работе.

Литература

1. Шмелев А.Г. Многокритериальная оценка пользовательских интерфейсов порталных проектов // В сб. научных статей «Интернет-порталы: содержание и технологии». Вып. 2. / Редкол.: А.Н. Тихонов (пред.) и др.; ГНИИ ИТТ «Информика». – М.: Просвещение, 2004. – С. 346–361.
2. Тихонов А.Н., Иванников А.Д., Гридина Е.Г., Куракина Н.И., Симонов А.В., Чиннова И.И. Комплексный анализ системы федеральных образовательных порталов // В сб. научных статей «Интернет-порталы: содержание и технологии». Вып. 2. / Редкол.: А.Н. Тихонов (пред.) и др.; ГНИИ ИТТ «Информика». – М.: Просвещение, 2004. – С. 192–226.
3. Иванников А.Д., Булгаков М.В., Гридина Е.Г. Современное состояние и перспективы развития системы федеральных образовательных порталов. // В сборнике научных статей «Интернет-порталы: содержание и технологии». Выпуск 3. / Редкол.: А.Н. Тихонов (пред.) и др.; ФГУ ГНИИ ИТТ «Информика». – М.: Просвещение, 2005. – С. 12–25.

СОДЕРЖАНИЕ

ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСА УНИВЕРСИТЕТА НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ МАГИСТРОВ.....	5
Пантюшин А.В. Исследование погрешностей оптико-электронной системы контроля соосности положения элементов турбоагрегатов	6
Жуков Д.В. Исследование погрешностей измерения ОЭС контроля формы главного зеркала радиотелескопа миллиметрового диапазона длин волн	7
Серикова М.Г. Исследование возможности построения оптико-электронной системы с шумовой синхронизацией	8
Иванов Ю.А. Компьютерное моделирование процесса восстановления голограмм-проекторов	10
Ларин М.С. Алгоритмы виртуального дополненного пространства	11
Воронин А.А. Исследование процессов теплообмена в носовой полости человека	13
Колюбин С.А. Адаптивные алгоритмы управления мехатронными маятниковыми системами.....	14
Катериненко Р.С. Построение продукционной модели знаний в реляционной СУБД	16
Ершова А.А. Спектральные свойства периодических низкоразмерных систем	17
Токалов Н.С. Применение модульного подхода для повышения эффективности технологического процесса создания ПО	19
Клебанов А.А. Применение шаблонов требований для формальной спецификации и верификации автоматных программ	21
Кухтевич И.В. Применение методов оптической спектроскопии и микроскопии высокого разрешения для определения структурных характеристик двухфазных и пористых стекол	22
Сергаева О.Н. Действие фемтосекундных лазерных импульсов на материалы с учетом потерь на эмиссию электронов	24
Волинский М.А. Компьютерный анализ и визуализация данных в оптической когерентной томографии.....	25
Семьина С.А. Исследование структурирования оптических фотополимеризуемых композитов	26
Цыпкин А.Н. Способ передачи информации квазидискретным спектральным суперконтинуумом со скоростями свыше 10 Тб/с.....	28
 ЛАУРЕАТЫ КОНКУРСА УНИВЕРСИТЕТА (ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСА ФАКУЛЬТЕТОВ) НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ МАГИСТРОВ СПбГУ ИТМО	 30
Шерстобитова А.С. Применение оптико-спектральных технологий для контроля процессов хлорной отбелики целлюлозы	31
Атлыгина Ю.В. Паразитное наноструктурирование тонких пленок халькогенного стеклообразного полупроводника в процессе получения тонкослойных рельефно-фазовых голограмм.....	32
Моисеева М.И. Разработка алгоритма аналитического представления экспериментальных данных	34
Соколова Ю.А. Явное решение модели двух взаимодействующих частиц, находящихся в потенциальной яме	35

Попп А.В. Асимметричное течение Стокса в цилиндрической области под действием ротлета	38
Егоров К.В. Совместное применение генетического программирования и верификации моделей для построения автоматов управления системами со сложным поведением	39
Законов А.Ю. Применение генетических алгоритмов к генерации тестов для автоматных программ.....	40
Дворкин М.Э. Алгоритм секвенирования ДНК на основе парных цепей	41

ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСА КАФЕДР НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ МАГИСТРОВ СПбГУ ИТМО	43
Матвеев Н.В. Поляризационный контроль прозрачных сред	44
Акмаров К.А. Волоконно-оптический датчик температуры для систем мониторинга электрических силовых линий энергоснабжения.....	45
Филиппова И.Е. Исследование возможностей спектрорефрактометрических методов для количественного анализа твердофазных объектов	46
Михайлов В.М. Разработка цифровых методов обработки дифракционных картин	48
Ерастов К.М. Компьютерный синтез голограмм-проекторов сфокусированного изображения, предназначенных для совместной работы с объективом невысокого качества	49
Деснев Д.Л. Сравнительный анализ энергетических характеристик традиционного и голографического вариантов фотолитографического процесса.....	50
Никулина Е.А. Математическое моделирование и анализ точности установки для измерения двулучепреломления крупногабаритных оптических кристаллов.....	52
Сарваров С.А. Исследование оптических методов количественного анализа изображений белковых структур	53
Пасько Ю.В. Разработка технологии получения сверхгладких поверхностей кристаллов	55
Саликова Д.С. Численные методы оптимизации тонкопленочных интерференционных систем	56
Богдан А.В. Интерференционные системы с использованием керметных пленок	57
Саенко А.П. Обработка изображений методами нечеткой логики	58
Дмитриев П.А. Динамика движения автомобиля и его система безопасности.....	60
Тюрин А.Е. Системные задачи диффузионной сварки	61
Макурин А.В. Динамический синтез шарнирных механизмов	62
Трутненко С.В. Алгоритмы мультифрактального анализа.....	63
Иванова А.Ф. Энтропийные характеристики устойчивости функциональных процессов в биологических системах.....	65
Громов Д.С. Динамика изменения температуры гироскопического прибора.....	66
Румянцев А.С. Проектирование отказоустойчивой сети на кристалле.....	68
Тарлаков И.Б. Встраиваемые решения для семейства приборов диагностики топливной аппаратуры	69
Попов Р.И. Создание спецификаций процессорного ядра средствами языка SystemVerilog.....	70
Кудрявцева Т.А. Исследование и анализ методов стеганографии на основе стека TCP/IP протоколов и цифровых изображений	71

Губайдуллина Л.Р. Разработка алгоритма выбора решающего правила для оптико-электронных систем обнаружения	72
Токалов Н.С. Применение решетчатого квантования для сжатия изображения	74
Гниломёдов И.И. Нечеткие вычисления посредством переговоров программных агентов.....	76
Красс А.Л. Моделирование межконформационных белковых движений на основе принципа усредненного действия.....	77
Кулев В.А. Метод генетического программирования на основе моделирования противоборствующих популяций автоматных программ	79
Амоскина Е.А. Исследование возможностей вейвлет-анализа изображений для снижения шума и повышения разрешения в магнитно-резонансной томографии.....	80
Пшенко О.А. Синтез и исследование структуры, химической устойчивости и оптических свойств двухфазных стекол системы $K_2O-Na_2O-B_2O_3-SiO_2$	82
Петерсон М.В. Компьютерные методы восстановления моделей перемещений камеры и наблюдаемых объектов по серии изображений.....	83
Миноженко О.А. Исследование получения нелинейно-оптических нанокмполитов.....	84
Ширшнев П.С. Нелинейные оптические свойства стекол системы K-Al-B с нанокристаллами CuCl	86
Постников Е.С. УФ-спектры поглощения активаторов в фото-термо-рефрактивных стеклах и их дисперсионный анализ.....	87
Ситдииков В.М. Моделирование методом Монте-Карло процессов переноса возбуждения в лазерных материалах	88
Самойлов Л.Л. Исследование рассеяния терагерцового электромагнитного поля от поверхности образца вблизи заостренного зонда.....	90

УЧАСТНИКИ КОНКУРСА КАФЕДР НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ МАГИСТРОВ СПбГУ ИТМО	92
Итин А.Л. Интегрально-оптический сенсор химических веществ	93
Гендин В.Г. Формирование и идентификация изображений со встроенными водяными знаками методами цифровой голографии.....	94
Асафьев Г.К. Анализ методов и средств имитационного моделирования компьютерных сетей	96
Белоусов С.И. Разработка протокола маршрутизации для сенсорной сети	97
Бойков Д.Д. Кодирование видеоданных	98
Германов А.А. Компьютерная архитектура с предсказуемым временем вычисления	98
Григорьев С.В. Автоматизированная система обработки статистических данных в режиме реального времени	99
Дзабаев Г.Э. Разработка виртуальной машины для решения задач реального времени	100
Дрожжин А.И. Исследование средств разработки аналитических приложений с помощью системы SAS	101
Дроздов В.Ю. Исследование и анализ гибридных криптографических систем	101
Ду Дундун. Имитационное моделирование беспроводной сети WiMax	103
Звонарев О.В. Исследование средств разработки Интернет-приложений с использованием Oracle Forms 10g.....	103

Земляков А.В. Особенности разработки отчетов с использованием Oracle Reports 10g.....	104
Землянухин А.А. Языки спецификации встраиваемых систем	105
Зинатуллин Т.М. Организация резервированной коммуникационной подсистемы для системы дублированных вычислительных комплексов.....	106
Иванов А.В. Разработка и исследование системы прогнозирования сбойных ситуаций и отказов в работе вычислительной техники на основе статистических данных	107
Колюшин С.А. Исследование и анализ методов конструирования и защиты web-сайтов.....	108
Магденков Д.В. Информационная безопасность банковских компьютерных сетей.....	109
Мадарах Я.С. Реконфигурируемые встроенные вычислительные системы	109
Пантус П.В. Технология распределенных вычислений в OLAP	110
Рябухин В.В. Комплекс программ для исследования системы электронной биржевой торговли.....	113
Савков А.И. Система децентрализованного обновления программного обеспечения на базе ОС Gentoo Linux.....	114
Сафин Д.О. Разработка алгоритмов управления коммутатором в мультисервисной сети связи	115
Табачник В.Е. Исследование методов распараллеливания вычислений при решении задач повышенной сложности.....	116
Цао Чэнь. Исследование методов сегментации изображений в условиях неравномерного освещения и помех	117
Ши Хуасин. Исследование методов построения непротиворечивых баз знаний на основе семантических сетей	119
Шитиков П.В. Разработка уровня представления в J2EE-приложениях.....	120
Ящук К.В. Мониторинг доступности приложений стандарта J2EE	121
Васильев В.С. Исследование технологий совместного проектирования программных и аппаратных компонент систем на кристалле.....	121
Курпан Н.А. Интегральный аудиопроцессор.....	123
Ло Юй. Исследование методов реконструкции трехмерных объектов по растровым изображениям	123
Маркин Д.А. Буферизация ответов удалённых систем	125
Сухой А.Е. Использование синхронных языков программирования во встраиваемых системах	126
Мартыненко А.В. Исследование характеристик сетей WiMAX для передачи трафика IP-телефонии.....	126
Тальвинский Г.В. Исследование информационного контента для наполнения портала Университета.....	128

Аннотированный сборник научно-исследовательских выпускных квалификационных работ магистров СПбГУ ИТМО / Главный редактор д.т.н., проф. В.О. Никифоров. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. – 133 с.

**АННОТИРОВАННЫЙ СБОРНИК НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ
ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ
МАГИСТРОВ СПбГУ ИТМО**

Главный редактор
доктор технических наук, профессор
В.О. Никифоров
Дизайн обложки Л.М. Корпан
Редакционно-издательский отдел СПбГУ ИТМО
Зав. РИО Н.Ф. Гусарова
Лицензия ИД № 00408 от 05.11.99.
Подписано в печать 13.10.10.
Заказ 2264. Тираж 100 экз.