

Национальная академия наук Беларуси
Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси
Министерство промышленности Республики Беларусь
Министерство образования Республики Беларусь
Белорусский национальный технический университет
Белорусский государственный университет
Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники

X Международная научно-техническая конференция

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ЛОГИСТИКЕ
И СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЕ**

ITI*2019

23–24 мая 2019 года, Минск

X International Scientific Conference

**INFORMATION TECHNOLOGIES IN INDUSTRY,
LOGISTICS AND THE SOCIAL SPHERE**

ITI*2019

May 23–24, 2019, Minsk

Тезисы докладов

Минск
ОИПИ НАН Беларуси
2019

УДК 004.9; 681.3; 681.5; 656.11

X Международная научно-техническая конференция «Информационные технологии в промышленности, логистике и социальной сфере» (ИТИ*2019) : тезисы докладов, Минск, 23–24 мая 2019 г. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2019. – 270 с. – ISBN 978-985-7198-01-6.

Представлены тезисы докладов X Международной научно-технической конференции «Информационные технологии в промышленности, логистике и социальной сфере» (23–24 мая 2019 года, Минск), в которых приводятся научно-методические и системные аспекты разработки и внедрения информационных технологий проектирования, производства и управления на предприятиях и холдингах различных отраслей промышленности, а также результаты в области логистики и социальной сферы, полученные в Беларуси, СНГ и странах дальнего зарубежья за последние годы. В тезисах рассматриваются вопросы математического моделирования объектов и процессов, анализа и синтеза объектов проектирования, производства и управления, автоматизации проектирования сложных машиностроительных конструкций, микро- и радиоэлектронных изделий и технологических процессов их изготовления, построения и внедрения информационных систем на промышленных предприятиях и холдингах, в логистике и социальной сфере, использования результатов информационной деятельности в интересах различных отраслей экономики, кадрового обеспечения разработки и эксплуатации информационных систем и технологий.

Тезисы одобрены и рекомендованы к публикации организационным комитетом конференции, прошли рецензирование и печатаются в виде, представленном авторами.

Научные редакторы:

член-корреспондент НАН Беларуси, профессор М. Я. Ковалев,
доктор технических наук, профессор П. Н. Бибило,
кандидат технических наук А. Г. Гривачевский,
доктор технических наук А. А. Дудкин

ISBN 978-985-7198-01-6

© Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, 2019

ОРГАНИЗАТОРЫ

Национальная академия наук Беларуси



Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси



Министерство промышленности Республики Беларусь

Министерство образования Республики Беларусь



Белорусский национальный технический университет



Белорусский государственный университет



Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР

Научно-практический журнал
«Наука и инновации»



ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Тузиков Александр Васильевич, член-корреспондент НАН Беларуси, генеральный директор ОИПИ НАН Беларуси (*председатель*)

Ковалев Михаил Яковлевич, член-корреспондент НАН Беларуси, заместитель генерального директора по научной работе ОИПИ НАН Беларуси (*заместитель председателя*)

Абламейко Сергей Владимирович, академик НАН Беларуси, профессор Белорусского государственного университета

Лабунув Владимир Архипович, академик НАН Беларуси, главный научный сотрудник Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники

Бибило Петр Николаевич, доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией ОИПИ НАН Беларуси

Левин Генрих Моисеевич, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник ОИПИ НАН Беларуси

Козлов Алексей Александрович, начальник научно-технического управления, заместитель начальника главного управления инновационной и инвестиционной деятельности Министерства промышленности Беларуси

Лобатый Александр Александрович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой Белорусского национального технического университета

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Ковалев Михаил Яковлевич, член-корреспондент НАН Беларуси, заместитель генерального директора по научной работе ОИПИ НАН Беларуси (*председатель*)

Гривачевский Александр Георгиевич, кандидат технических наук, заведующий лабораторией ОИПИ НАН Беларуси (*заместитель председателя*)

Карабанович Викентий Адамович, главный конструктор проекта ОИПИ НАН Беларуси (*ответственный секретарь*)

Бородуля Алексей Валентинович, кандидат технических наук, заведующий кафедрой Белорусского национального технического университета

Дудкин Александр Арсентьевич, доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией ОИПИ НАН Беларуси

ВВЕДЕНИЕ

Информационные технологии в настоящее время становятся ключевым источником инноваций, которые способствуют развитию смежных отраслей и общей эффективности экономики страны. Интернет-технологии, мобильные вычислительные устройства, робототехника, распределенные и облачные вычисления превратили информацию в один из главных ресурсов потребления общества.

Важной задачей деятельности крупных предприятий, холдингов и объединений является информационное и методическое обеспечение для внедрения интеллектуальных информационных технологий и систем управления процессами и ресурсами организаций, направленное на повышение производительности труда, обеспечение конкурентоспособности и сокращение импорта. Информационные технологии в промышленности с инновационными процессами переоснащения производства и освоение новых компьютеризированных технологических процессов способствуют получению новых образцов изделий с более высокими потребительскими свойствами, позволяют в значительной мере решать проблемы энерго- и ресурсосбережения и повышения качества изделий.

Развитие информационных технологий в здравоохранении Республики Беларусь на сегодняшний день идет в нескольких взаимосвязанных направлениях – от комплексной автоматизации лечебных учреждений и специализированных служб с созданием единого информационного пространства всей системы здравоохранения до разработки интеллектуальных технологий и систем поддержки принятия решений для профилактики заболеваний, диагностики и определения лечебной тактики на базе анализа медицинских изображений различной модальности и молекулярно-генетических, клинических и лабораторных данных.

Одним из национальных приоритетов Беларуси является задача развития информационного общества, решение которой требует координации, объединения усилий государства, бизнеса и гражданского общества, а также обеспечения развитым человеческим капиталом, высоким научным потенциалом и системой государственной поддержки разработок информационных систем и технологий. Практическая реализация такой задачи осуществляется в рамках государственной научно-технической программы «Интеллектуальные информационные технологии», 2016–2020 гг., по направлениям, отвечающим основным тенденциям развития информационного общества, в частности:

– интегрированные информационные системы поддержки жизненного цикла продукции и управления процессами и ресурсами предприятий и холдингов;

– интегрированные системы автоматизированного проектирования в промышленности, технологии инженерного анализа с использованием суперкомпьютерных высокопроизводительных систем;

– информационные технологии в государственном управлении, медицине и образовании;

– логистические технологии и центры, товаропроводящие сети.

Разрабатываемые в рамках указанной программы информационные технологии и системы направлены на инновационное развитие предприятий и организаций Беларуси, создание современной информационной инфраструктуры, сокращение импорта программного обеспечения и потребления материальных, энергетических ресурсов, а также повышение уровня применения информационно-коммуникационных технологий в стране и цифровой трансформации. Все это обусловило радикальные преобразования в экономике предприятий и организаций, а следовательно, и в развитии отношений в обществе.

Тематика Десятой Международной научно-технической конференции «Информационные технологии в промышленности, логистике и социальной сфере» (ИТ*2019) включает: научно-методические и системные аспекты разработки, внедрения и использования информационных технологий на промышленных предприятиях, в холдингах, проектно-конструкторских и технологических организациях; математическое моделирование объектов и процессов, в том числе с использованием высокопроизводительных многопроцессорных вычислительных систем; анализ и синтез объектов проектирования, производства и управления; автоматизацию проектирования машиностроительных конструкций и технологий их изготовления; автоматизацию проектирования и производства микро- и радиоэлектронных изделий; кадровое обеспечение разработки и эксплуатации продуктов и систем информационных технологий; информационную безопасность продуктов и систем.

На конференцию поступило 84 доклада от ученых и специалистов из Беларуси, России, Украины, Норвегии, Франции и США. Все доклады прошли рецензирование.

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС УПРАВЛЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЕМ КОНТРОЛЯ КРИТИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ НА БАЗЕ СИСТЕМ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ

С. М. Аваков¹, А. А. Воронов², А. А. Дудкин²,
А. И. Дедков¹, В. Г. Шоломицкий¹

¹ОАО «КБТЭМ-ОМО», Минск, Беларусь
e-mail: office@kbtem-omo.by

²Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, Минск
e-mail: voronov@lsi.bas-net.by

Актуальной задачей при разработке и выпуске конкурентоспособных наукоемких изделий микроэлектроники является создание современной научно-технической и производственно-технологической базы производства интегральных микросхем (ИС) и полупроводниковых приборов (ПП), спроектированных по субмикронным нормам, а также оптико-механического, контрольно-измерительного и сборочного оборудования.

Обновление технологического потенциала электронного машиностроения является основой для повышения конкурентоспособности других отраслей народного хозяйства. Современные средства разработки электронных схем направлены на сокращение времени освоения и запуска в производство новых изделий, на понижение стоимости цифровой аппаратуры при ее массовом производстве. Такую возможность и обеспечивает данная технологическая база, включающая системы машинного (технического) зрения, которые являются составной частью современной технологии проектирования и производства ИС.

В связи с переходом на субмикронные нормы проектирования и усложнением самих ИС возникает необходимость решения задач обработки, хранения, приема и передачи больших объемов данных с использованием современных интерфейсов, для чего требуется разработка оригинальных подходов, методов и алгоритмов цифровой обработки изображений, оптических методов и приборов контроля технологических процессов, компьютерных методов и алгоритмов анализа получаемых в литографическом процессе данных, позволяющих в полной мере соответствовать условиям субмикронного производства, обеспечивать качественную обработку процессов фотолитографии при изготовлении СБИС и сокращение стоимости производства.

В качестве объекта исследования выступает процесс контроля, обеспечиваемый оборудованием критических размеров на изображениях фотомасштабов и слоев СБИС, получаемых средствами видеозахвата.

Обработка фотошаблонов и слоев СБИС заключается в анализе и измерении различного рода элементов изображений, формировании отчетов по результатам анализа, управлении системой фокусировки, координатным столом и другими внешними устройствами, а также синтезе программы для автоматического режима работы ПК УОККР.

Программный комплекс управления оборудованием контроля критических размеров на базе систем машинного зрения обеспечивает выполнение следующих функций:

- предобработки изображений с учетом конструкторско-технологических ограничений (КТО);
- обработки и анализа изображений с поддержкой оборудования видеозахвата сторонних производителей;
- анализа изображений для контроля КТО;
- хранения и доступа к данным с возможностью импорта и экспорта данных в различных форматах;
- синтеза программы для автоматического режима работы;
- управления механизмами сторонних производителей;
- визуализации данных.

Главными зарубежными аналогами предлагаемого ПК УОККР являются программные комплексы Olympus MicroSuite FIVE компании Olympus Corporation (Япония) и NIS-Elements Microscope Imaging Software компании Nikon Instruments Inc. (США). Аналоги установок контроля критических размеров и их примерная стоимость: LEICA LWM 250 UV, 4,8 млн долл.; KLA Tencor IPRO 4,5 млн долл.

В разрабатываемом ПК УОККР реализуются основные функции названных выше двух программных комплексов ведущих фирм-производителей аналогов, а также ряд дополнительных функций: поиск фрагментов по образцу, откат действий, создание резервных копий и сенсорных контрольных точек.

Основную функциональность опишем диаграммой прецедентов (вариантов использования). Прецеденты можно условно разделить на основные и вспомогательные.

Основными прецедентами использования ПК УОККР являются:

- загрузка объекта исследования (полупроводниковой пластины или фотошаблона) – подготовка объекта исследования для дальнейшей работы (предварительная ориентация в пространстве, перемещение в рабочую зону);
- выгрузка объекта исследования – удаление объекта исследования из рабочей зоны в хранилище (контейнер, кассету);
- инициализация установки и базирование механизмов – загрузка в установку данных, описывающих исходное состояние оборудования для решения конкретной задачи, и установка механизмов в соответствующее состояние (положение);

- управление перемещениями координатного стола – формирование обобщенных команд для управления движением координатного стола;
- совмещение и ориентация – привязка системы отсчета и координатной системы объекта к координатной системе установки;
- контроль и измерение размеров – запуск алгоритмов контроля и измерения размеров;
- автоматическое измерение – запуск алгоритмов автоматического измерения размеров;
- определение размеров элементов – запуск алгоритмов определения размеров изображения;
- управление механизмами – подготовка команд управления оборудованием (метакоманд) и соответствующих параметров;
- формирование управляющих команд – преобразование метакоманд в формат, требуемый тем либо иным микроконтроллером управления оборудованием;
- создание программы контроля и измерений для автоматического режима – формирование списка управляющих воздействий с соответствующими параметрами и их сохранение в виде файла либо записи в базе данных;
- создание карты (структуры) объекта (объектом может служить как пластина, так и шаблон) – подготовка описания структуры объекта для дальнейшего его исследования (кадры, модули);
- сохранение результатов контроля и измерений – компоновка результатов работы ПК в структуру, предназначенную для дальнейшего хранения в базе данных и последующее сохранение полученного блока данных с использованием СУБД.

Вспомогательные прецеденты (идентификация пользователя) требуются для разграничения доступа к функциональности ПК.

ПК УОККР совместим с конкурентоспособным прецизионным оборудованием (выпускаемым ОАО «КБТЭМ-ОМО») для изготовления высокоточных оригиналов топологий изделий электронной техники для автоматической фотометрии с прецизионной лазерной системой фокусировки, контроля критических размеров полупроводниковых пластин, контроля совмещаемости слоев полупроводниковых пластин и интегрируется в единый технологический цикл [1].

Список литературы

1. Технологические комплексы интегрированных процессов производства изделий электроники / А. П. Достанко [и др.]. – Минск : Беларус. навука, 2016. – 251 с.

ПРИМЕНЕНИЕ СЕМАНТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И БЛОКЧЕЙН В ПРАВОВОЙ СФЕРЕ ЭЛЕКТРОННОГО ПРАВИТЕЛЬСТВА

В. А. Артамонов, Е. В. Артамонова
МНОО «Международная академия информационных технологий»,
Минск, Беларусь
e-mail: artamonov@itzashita.ru

Большинство высокоразвитых в научном, промышленном и технологическом отношении стран относится к экономикам V и VI технологических укладов.

Технико-экономическая парадигма уклада – это сфера производства, экономических отношений и права со всеми присущими ей явлениями (распределением доходов, технологиями производств, организационными и управленческими методами, банковскими и финансовыми технологиями, правовым регулированием). При этом под ключевым фактором понимаются технологические нововведения, определяющие формирование ядра технологического уклада. Отрасли, интенсивно использующие ключевой фактор и играющие ведущую роль в распространении нового технологического уклада, являются несущими.

Не вдаваясь в детальный характер упомянутых выше технологических укладов, отметим присущий им ключевой фактор – это когда несущей отраслью является цифровая экономика, а управленческой составляющей – электронное правительство. Электронное правительство, в свою очередь, опирается на право. Поскольку большая часть работы юридической направленности – типовая и шаблонная, то, оцифровав материалы, подключив искусственный интеллект, добавив доступ к большим данным и автоматизировав деятельность, на выходе получается новый продукт информационных технологий – LegalTech [1]. Основными потребителями подобного продукта являются юристы, правовые департаменты и юридические фирмы, а также физические лица, у которых имеется запрос на юридические услуги. Иными словами, это профессиональные участники рынка и пользователи юридических услуг.

Одним из направлений LegalTech является разработка инструментов, делающих возможной юридическую оценку обстоятельств дела неспециалистами. Эти инструменты ориентированы на малый бизнес, не имеющий собственного юридического отдела и конечных потребителей. Разрабатывается программное обеспечение, позволяющее без помощи юристов анализировать и готовить правовые документы, частично автоматизировать процесс принятия решений по юридическим вопросам, составлять черновики договоров, завещаний и прочих документов. Происходит внедрение

создававшихся во второй половине XX века теоретических разработок, направленных на машинное решение юридических вопросов. В перспективе это позволит уменьшить число ошибок, сопровождающих совершение юридических действий за счет того, что компьютерные системы могут анализировать весь массив правовых норм и прецедентов, а также повысить доступность юридических услуг посредством снижения стоимости.

Другой важнейшей информационно-коммуникационной технологией (ИКТ), способной привести революционные изменения в правовой сфере, является технология блокчейн [2, 3]. Основной принцип технологии блокчейн следующий: юридический документ, заверенный электронной подписью, помещается в блок децентрализованного реестра (в блокчейн), таким образом появляются неопровержимые свидетельства того, к какому соглашению пришли стороны, и временная метка, когда было заключено это соглашение.

На сегодняшний день есть такие сферы деятельности, которые уже можно смело переводить на технологию блокчейн: сделки с недвижимостью, банковские транзакции, страхование, голосование на выборах и т. д. На следующем этапе развития технологии блокчейн возможен вообще отказ от использования хорошо знакомого нам электронного документа и помещения его в блокчейн. В блокчейн будет помещаться юридически значимая запись, например, которая подтверждает факт перехода имущества от гражданина *A* к гражданину *B*, а сотрудники судов, прокуратуры и др. будут оперировать в своей деятельности такими записями в реестре блокчейн.

Если конкретизировать применение технологии блокчейн в юридической сфере, то следует прежде всего остановиться на таких ее составных частях как смарт-контракты, консенсус и транзакции.

Подытоживая вышесказанное, можно констатировать наметившийся тренд – проникновение блокчейн в технологию LegalTech в качестве базиса для юридической составляющей электронного правительства.

Функциональные возможности LegalTech определяются такими общими категориями, как:

- инструменты реализации, например, продукты информационной безопасности, облачные системы и т. д.;

- технологии обеспечения организационной работы, например системы электронного документооборота;

- технологии решения основных правовых задач, которые облегчают работу юристов или вообще могут их частично заменить.

Ключевым фактором LegalTech является широчайшее применение семантических технологий в онтологическом подходе, основанном на внедрении полностью электронного взаимодействия и автоматической обработки документов, переходе от человекочитаемых к программно-обрабатываемым описаниям электронных документов.

Сегодня юриспруденция все еще имеет дело с обычными реестрами, которые централизованы и находятся под контролем администратора или регулятора. В традиционных централизованных системах все участники обеспечивают поддержку собственных дублируемых реестров, расхождения между которыми приводят к возникновению споров, увеличивают время выполнения процедур, а также требуют привлечения посредников (контролирующих органов) со всеми сопутствующими последствиями. В тоже время использование распределенных реестров на основе ИКТ блокчейн, в которых транзакции не могут быть изменены после принятия консенсуса и внесения в реестр, может сэкономить всем сторонам время и деньги, а также снизить возможные риски.

При использовании централизованных традиционных систем возникают определенные риски нарушения информационной безопасности (ИБ), например, когда есть угроза несанкционированного доступа злоумышленника к базе данных и похищения конфиденциальной информации. Распределенные реестры по своей сути гораздо лучше защищены от атак [4]. К проблемам ИБ, таким как взлом данных и компрометация сети, приводят не только уязвимости ПО (их причиной может оказаться и человеческий фактор, действия инсайдеров, ошибки сотрудников и др.), но и атаки внешних нарушителей системы ИБ. Внедрение технологии блокчейн может решить эти проблемы, потому что о любой подозрительной активности в части нарушения ИБ автоматически будут знать все участники системы.

Таким образом, выделим основные свойства технологии блокчейн, которые делают ее привлекательной в юридической сфере: децентрализованность, публичность, консенсус участников и отсутствие посредников.

Список литературы

1. Keppenne, R. Legal Tech and other smart contracts: what future for legal automation? / R. Keppenne // ParisTech Review. – 2016. – 23 May.
2. Nakamoto, S. Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system [Electronic resource] / S. Nakamoto. – Mode of access: www.bitcoin.org. – Date of access: 22.03.19
3. Маньшин, Г. Г. Информационная технология блокчейн / Г. Г. Маньшин, В. А. Артамонов, Е. В. Артамонова // Проблемы создания информационных технологий : сб. науч. тр. – Минск : МНОО «МАИТ», 2018. – Вып. 28. – С. 6–15.
4. Маньшин, Г. Г. Безопасность информационной технологии блокчейн и ее производных / Г. Г. Маньшин, В. А. Артамонов, Е. В. Артамонова // Проблемы создания информационных технологий : сб. науч. тр. – Минск : МНОО «МАИТ», 2018. – Вып. 28. – С. 16–22.

БЕЗОПАСНОСТЬ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В КОНТЕКСТЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО СОЦИУМА

В. А. Артамонов¹, Л. А. Кулак (Антония Ильинская)²

¹ МНОО «Международная академия информационных технологий»,
Минск, Беларусь

e-mail: artamonov@itzashita.ru

²Международный институт гуманитарных и экологических проектов
при МНОО «МАИТ», Майами, США

e-mail: antoniyau@yahoo.com

Понимая под социумом совокупность человеческих взаимоотношений, которые регулируются определенными нормами и правилами большой группы людей, имеющей общие взгляды, морально-нравственные ценности, традиции, историю и культуру, а также одни и те же политические и экономические устои, территорию проживания и общий менталитет, можно констатировать, что развитие информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в настоящее время является одним из катализаторов устойчивого развития общества. Вместе с тем, подразумевая под устойчивым развитием процесс экономических и социальных изменений, при котором эксплуатация природных ресурсов, направление инвестиций, а также ориентация научно-технического развития общества и личности, институциональные изменения согласованы друг с другом и укрепляют нынешний и будущий потенциал для удовлетворения человеческих потребностей и устремлений. Во многом в этом понятии речь идет об обеспечении качества жизни людей.

Одна из характерных особенностей современного этапа мирового научно-технического прогресса связана с глобальной информационной революцией – стремительным развитием и повсеместным внедрением новейших ИКТ. Проникая во все сферы жизнедеятельности государств, ИКТ расширяют возможности развития международного сотрудничества, формируют глобальное информационное и киберпространство, в котором информация приобретает свойства ценнейшего элемента национального достояния, его стратегического ресурса.

Глобальным трендом развития современного человеческого социума становятся такие инновации VI технологического уклада развития общественных отношений, как цифровая экономика, электронное правительство, криптовалюта, искусственный интеллект, беспилотный транспорт и др. Кроме того, становится очевидным, что наряду с положительными моментами такого процесса создается и реальная угроза использования достижений в информационной сфере (кибероружие) в целях, не совместимых с за-

дачами поддержания мировой стабильности и безопасности, соблюдения принципов суверенного равенства государств, мирного урегулирования споров и конфликтов, неприменения силы, невмешательства во внутренние дела, уважения прав и свободы человека. Таким образом, исходя из вышесказанного, безопасность общества вообще и ИКТ в частности в контексте устойчивого развития человеческого социума можно разделить на три большие группы: личную, общественную и государственную.

Личная безопасность – состояние защищенности человека от психологического, физического или иного насильственного посягательства.

Общественная безопасность – способность социальных институтов общества обеспечить его устойчивое, независимое, свободное и самостоятельное развитие и реализацию выбранного пути. Определяется уровнем и состоянием общественных отношений.

Государственная безопасность – система общественных и государственных гарантий, защищающих основные ценности, духовные и материальные источники жизнедеятельности, гражданские права и свободу человека, суверенитет, территориальную целостность и независимость от внешних и внутренних угроз.

В основе безопасности ИКТ лежит деятельность по защите информации – обеспечению ее конфиденциальности, доступности и целостности. В совокупности эти три ключевых принципа информационной безопасности именуется триадой CIA.

Confidentiality (с англ. «конфиденциальность») – свойство информации быть недоступной или закрытой для неавторизованных лиц, субъектов или процессов.

Integrity (с англ. «целостность») – свойство сохранения правильности и полноты активов.

Availability (с англ. «доступность») – свойство быть доступным и готовым к использованию по запросу авторизованного субъекта.

Важно помнить при этом основополагающую парадигму информационной безопасности – безопасность это не продукт, а процесс постоянный и непрерывный в состязательности потенциала нарушителя и системы защиты. Кроме этого, отдельной темой являются случаи с нарушениями информационной безопасности на объектах критической информационной инфраструктуры, а также недопущение какой-либо компрометации в критической ситуации. К таким ситуациям относятся компьютерные атаки на критически важные объекты социальной и государственной инфраструктуры, природные, техногенные и социальные катастрофы, компьютерные сбои, физическое похищение и другие угрозы.

Помимо указанных выше факторов, сопутствующих развитию ИКТ, есть ряд важных социальных и философских аспектов, связанных именно с совершенствованием ИКТ, наращиванием функций, отдаваемых в руки так

называемого искусственного интеллекта (ИИ), который формируется на основе информационных потоков, обрабатываемых техническими устройствами.

Именно в этом аспекте существует опасность не столько подверженности самой информации хищениям и искажениям, что вполне решаемо на уровне технического и программного обеспечения, сколько попадания под власть ИИ, т. е. в алгоритмическую зависимость от искусственно структурированной информации и порабощение ею.

Слишком тонкая психологическая грань между желанием человека облегчить себе выполнение многих жизненных функций и тем, насколько благодаря этому достигается прогресс в его интеллектуальной деятельности, в которой смыкаются ментальный и чувственный аспекты, дополняемые интуитивным способом соединения мыслей и сенсорно-чувственных ощущений в единую картину понимания миропорядка, тем самым двигаясь по эволюционным ступеням, где интуитивное ощущение является главенствующим фактором в процессе выбора и поддержании баланса на пути следования. В связи с этим в развитии применения ИКТ необходимо осуществлять тот интегральный уровень слияния ИКТ с эволюционным развитием личности и социума, который не привел бы к тому, что процесс мышления человека будет подавлен услугами технократических средств, которые в прямом смысле могут посадить личность на ментальную «иглу» ИИ, подавляя процесс мышления и интуицию.

Вопрос защиты личности от технократической интеллектуализации является одним из важнейших социальных аспектов при внедрении ИКТ, а также образовательной системы. Вторым аспектом выступает тенденция внедрения вычислительной техники следующего поколения, основанной на квантовых явлениях. Должное внимание к этому аспекту может быть уделено потому, что биогенетика, лингвогенетика и техногенетика уходят корнями в универсальную инфогенетику и структурированы на ее основе, но в разных плоскостях бытия. На квантовом уровне их программная компиляция едина. Трансляция универсальной инфогенетики в различные функциональные уровни с последующим формообразованием биомассивов, языков, технического оборудования и прочего является не более, чем формой субстанционного их представления.

Возвращаясь к вопросу безопасности ИКТ от разного рода угроз, а также безопасности общества, следует отметить, что здесь основную роль играют качество, уровень жизни социума в целом и его членов в отдельности, их моральный и образовательный уровень, качество развития личности, ее устремленности от эгоистичных к общечеловеческим ценностям, продлении вектора мышления от личного к глобальному. Уровень развития личности, его нравственный базис и его творческая активность определяют степень необходимости защиты информации и уровень безопасности человеческого социума.

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ МИКРОЭЛЕКТРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

А. И. Белоус, В. А. Солодуха, М. А. Кутас
ОАО «ИНТЕГРАЛ» – управляющая компания
холдинга «ИНТЕГРАЛ», Минск, Беларусь
e-mail: mkutas@integral.by

Развитие систем автоматизированного проектирования (САПР) микроэлектроники напрямую связано с тенденциями развития электроники в целом и соответствующей эволюцией методологии проектирования полупроводниковых приборов. Всю историю развития электроники можно охарактеризовать как увеличение интеграции электронных компонентов на кристалле, стремление к уменьшению размеров, увеличению быстродействия и массовости производства [1].

Кратко рассмотрим эволюцию САПР микроэлектронных изделий.

До начала 1980-х гг. проектирование полупроводников велось в компаниях-производителях приборов, которых сейчас принято называть интегрированными производителями (Integrated Device Manufacturers, IDM). На ОАО «ИНТЕГРАЛ» этот процесс продлился до начала 1990-х гг. Инструменты проектирования были примитивными (зато имелась собственная САПР): моделирование логических схем (DEMOS), схемотехническое моделирование (Sigma) и топологический редактор (DRAW, позднее GLE, GLEW). Весь проект выполнялся внутри предприятия.

Вместе с тем информация о принципах проектирования полупроводников уже поступала в научные и исследовательские лаборатории, где подготавливалась почва для нового этапа развития средств проектирования.

В 1980-х гг. начали внедряться инструменты проектирования кристалла на вентильном уровне. Появились бизнес-модели на базе ASIC-компаний и первые САПР-компании, в которых создавалась обширная база данных о способах проектирования полупроводников на основе собственных инструментов разработки.

С середины 1990-х гг. у ОАО «ИНТЕГРАЛ» появились первые лицензионные пакеты компаний Mentor Graphics и Cadence. А роли ASIC-компаний и проектирующей компании были распределены между службами маркетинга, главного технолога, главного конструктора и Филиала НТЦ «Белмикросистемы» ОАО «ИНТЕГРАЛ».

В 1990-х гг. моделирование, синтез и создание топологии кристалла стали хорошо отработанными и формализованными процессами, что поз-

волило проектирующим компаниям (начали появляться и развиваться fabless-компаниями) взять на себя весь цикл проектирования, а затем запускать проект в производство на специализированных фабриках. Именно этот период стал «золотым» в развитии САПР-компаний; и fabless-компаниями, и «кремниевые фабрики» активно закупали и обновляли системы проектирования.

Начиная с середины 2000-х гг. в ОАО «ИНТЕГРАЛ» также начали выполнять проекты по принципу fabless-компаниями, закупались новые пакеты САПР, а запускать проекты стали не только на собственных производственных линиях, но и на зарубежных фабриках (X-FAB в Германии, Tower в Израиле, SMIC в Китае).

В 2000-х гг. главным двигателем полупроводникового бизнеса стал потребительский рынок; впервые аудио- и видеосистемы, системы телекоммуникации и бытовой электроники были реализованы на кристалле. Системы стали строиться на базе стандартных узлов и специализированного прикладного ПО. Проектирование стало переходить на системный уровень и рост использования IP (Intellectual Property)-блоков. Пришла эра систем-на-кристалле (англ. System-On-Chip, SOC).

На развитие средств проектирования в настоящее время влияют три обстоятельства: рост использования инструментов разработки системного уровня, расширение масштабов применения IP-блоков и рост концентрации производства в небольшом числе фабрик [2].

ОАО «ИНТЕГРАЛ» развивалось наравне с другими компаниями – интегрированными производителями микросхем, правда, с некоторым отставанием, в том числе и в развитии средств САПР. Описанные выше тенденции развития электроники и условия жесткой конкурентной борьбы на мировом рынке требуют постоянных значительных усилий по повышению эффективности средств проектирования.

Как было отмечено выше, в 1980-е годы для разработки интегральных схем использовались собственные САПР, а в начале 1990-х фактически все собственные разработки инструментов проектирования были прекращены. Исторически сложилось так, что ОАО «ИНТЕГРАЛ» использует для разработки программные инструменты фирм Mentor Graphics, Synopsys, Cadence и Agilent. Первые рабочие станции HP и Apollo, а также программные средства САПР Mentor Graphics и Cadence были получены по программе Нанна – Лугара в 1992 г.

Дороговизна продуктов САПР [3] и необходимость учета специфики производства на «кремниевой фабрике» вынуждают нас заниматься разработкой отдельных собственных средств проектирования, в том числе с привлечением специалистов Института математики и ОИПИ НАН Беларуси, БГУИР.

На сегодняшний день в САПР ОАО «ИНТЕГРАЛ» интегрированы следующие пакеты собственной разработки:

1. Программный комплекс обратного проектирования (реинжиниринга) топологии ИС и анализа схемы по цифровым изображениям кристалла-аналога. Разработан совместно со специалистами ОИПИ НАН Беларуси.

2. Программные средства контроля правил электрических соединений интегральных микросхем, интегрированные в среду САПР Mentor Graphics и Cadence. Разработаны совместно с Институтом математики НАН Беларуси.

3. Программный комплекс моделирования и контроля правильности межсоединений ИС для автоматизированного процесса микромонтажа кристаллов, интегрированный в среду системы Mentor Graphics. Разработан совместно с Институтом математики НАН Беларуси.

4. Сотрудниками Института математики НАН Беларуси совместно с НТЦ «Белмикросистемы» и БГУИР созданы концепция и программный комплекс оптимизации и синтеза проектируемой схемы на базе средств САПР Mentor Graphics и Cadence, позволяющие проводить замкнутый процесс проектирования современных изделий микроэлектроники с технологическими нормами глубокого субмикрона.

5. Программный комплекс автоматизированной подготовки управляющей информации для лазерных генераторов изображений, так называемый tapeout, который обеспечивает бездефектное изготовление управляющих масок, в том числе в субмикронном диапазоне.

На все программные продукты получены свидетельства о регистрации компьютерной программы.

Список литературы

1. Hogan, J. The evolution of design methodology / J. Hogan // EETimes [Electronic resource]. – 2010. – Mode of access: <http://www.eetimes.com/electronics-news/4211010/The-evolution-of-design-methodology?pageNumber=0>. – Date of access: 12.04.2017.

2. Selwood, D. Does the EDA Business Have a Future? / D. Selwood // EEjournal [Electronic resource]. – 2011. – Mode of access: <http://eejournal.com/archives/articles/20110411-eda>. – Date of access: 12.04.2017.

3. Стемпковский, А. Л. Микроэлектронный САПР: вчера, сегодня, завтра / А. Л. Стемпковский // ISICAD. Ваше окно в мир САПР [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=17837. – Дата доступа: 11.02.2019.

МИНИМИЗАЦИЯ BDDI-ПРЕДСТАВЛЕНИЙ СИСТЕМ НЕ ПОЛНОСТЬЮ ОПРЕДЕЛЕННЫХ БУЛЕВЫХ ФУНКЦИЙ

П. Н. Бибило

Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, Минск
e-mail: bibilo@newman.bas-net.by

В настоящей работе предлагаются алгоритмы логической минимизации BDDI(Binary Decision Diagram with Inverse cofactors)-представлений [1] систем не полностью определенных (частичных) булевых функций. Результатом минимизации являются представления систем полностью определенных функций, которые реализуют исходные частичные функции, причем результирующие многоуровневые представления систем полностью определенных функций задаются в виде разложений Шеннона с использованием взаимно инверсных подфункций.

Разложением Шеннона полностью определенной либо частичной булевой функции $f = f(x)$, $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, по переменной x_i называется представление

$$f = f(\mathbf{x}) = \bar{x}_i f(x_1, \dots, x_{i-1}, 0, x_{i+1}, \dots, x_n) \vee x_i f(x_1, \dots, x_{i-1}, 1, x_{i+1}, \dots, x_n). \quad (1)$$

Функции $f_0 = f(x_1, \dots, x_{i-1}, 0, x_{i+1}, \dots, x_n)$, $f_1 = f(x_1, \dots, x_{i-1}, 1, x_{i+1}, \dots, x_n)$ в правой части выражения (1) называются коэффициентами разложения по переменной x_i , остаточными подфункциями, либо просто подфункциями. Они получаются из функции $f = f(x_1, \dots, x_n)$ подстановкой вместо переменной x_i констант 0 и 1 соответственно. Каждая из подфункций $f_0 = f(x_1, \dots, x_{i-1}, 0, x_{i+1}, \dots, x_n)$ и $f_1 = f(x_1, \dots, x_{i-1}, 1, x_{i+1}, \dots, x_n)$ может быть разложена по одной из переменных из множества $\{x_1, \dots, x_{i-1}, x_{i+1}, \dots, x_n\}$. Процесс разложения подфункций заканчивается, когда все n переменных будут использованы для разложения либо все подфункции вырождаются до констант 0, 1, «-» (неопределенного значения). На каждом шаге разложения выполняется сравнение на равенство полученных подфункций и оставляется одна из нескольких попарно равных (и взаимно инверсных) подфункций. Под BDDI [1] понимается ориентированный ациклический граф, задающий последовательные разложения Шеннона системы булевых функций F по всем ее переменным x_1, \dots, x_n при заданном порядке (перестановке) переменных, по которым проводятся разложения. Граф BDDI содержит три вида вершин: функциональные вершины, соответствующие разлагаемым функциям (и их инверсиям); вершины-переменные; листовые вершины, соответствующие константам 0, 1, «-». Под сложностью BDDI будем

понимать число функциональных вершин без учета функциональных вершин, задающих литералы переменных.

Задача 1. Задана матричная форма системы F частичных булевых функций и перестановка $\langle x_{j_1}, x_{j_2}, \dots, x_{j_n} \rangle$ переменных для построения многоуровневого BDDI-представления. Требуется для заданной перестановки переменных получить полностью определенную BDDI, реализующую исходную систему функций, при этом BDDI должна быть возможно меньшей сложности.

Для классических BDD (без использования инверсных подфункций) в работе [2] предложены алгоритмы решения задачи 1, там же определено отношение реализации частичных булевых функций. Алгоритмы могут быть модифицированы на случай частичных функций, при этом минимизация числа вершин BDDI при разложении системы исходных частичных функций (либо получаемых подфункций) по очередной переменной x_j сводится к решению задачи 2. Заметим, что для минимизации BDD-представлений в работе [2] вместо задачи 2 решалась задача составления неориентированного графа несовместимости функций и его раскраска в минимальное число цветов.

Задача 2. Для заданной неупорядоченной системы F частичных булевых функций требуется найти минимальную по мощности подсистему $H \subseteq F$ функций, таких, что каждая из функций исходной системы F реализуется хотя бы одной из функций (либо инверсией хотя бы одной из функций) подсистемы H .

Решение задачи 2 сводится к заданию системы функций ортогонализованной либо обобщенно-ортогонализованной формой [2], после чего рассматривается троичная матрица T , строки которой задают значения функций системы. Алгоритмы построения обобщенно-ортогонализованной формы базируются на операциях перемножения и инверсирования ДНФ, представляющих области единичных, нулевых и неопределенных значений функций системы.

Нахождение подсистемы H сводится к решению задачи нахождения кратчайшей имплицитной формы троичной матрицы T [3]. Строки троичной матрицы G (имплицитной формы) задают частичные функции на очередном ярусе BDDI.

В результате последовательного решения задачи 2 (при разложении по каждой из переменных перестановки $\langle x_{j_1}, x_{j_2}, \dots, x_{j_n} \rangle$) строится BDDI, листовыми вершинами которой являются 0, 1, «-», после чего выполняется доопределение (замена) листовых вершин «-» вершинами 0 либо 1. При такой замене могут появляться одинаковые подграфы BDDI, что позволяет сокращать BDDI и уменьшать число функциональных вершин.

Система не полностью определенных булевых функций

x_1	x_2	x_3	x_4	f^1	f^2
0	0	0	0	1	-
0	0	0	1	0	1
0	0	1	0	-	0
0	0	1	1	1	1
0	1	0	0	-	1
0	1	0	1	1	-
0	1	1	0	1	0
0	1	1	1	0	0
1	0	0	0	0	-
1	0	0	1	-	-
1	0	1	0	1	-
1	0	1	1	0	1
1	1	0	0	-	0
1	1	0	1	-	1
1	1	1	0	-	1
1	1	1	1	1	-

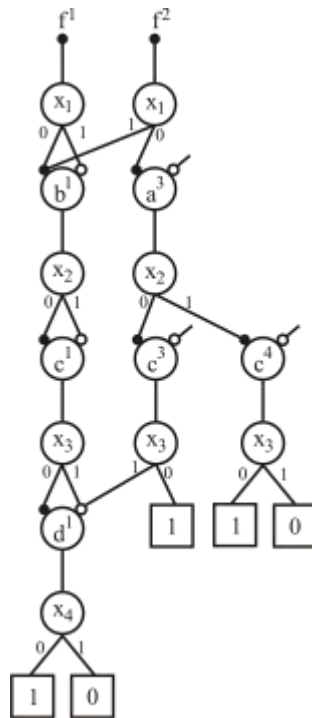


Рис. 1. BDDI

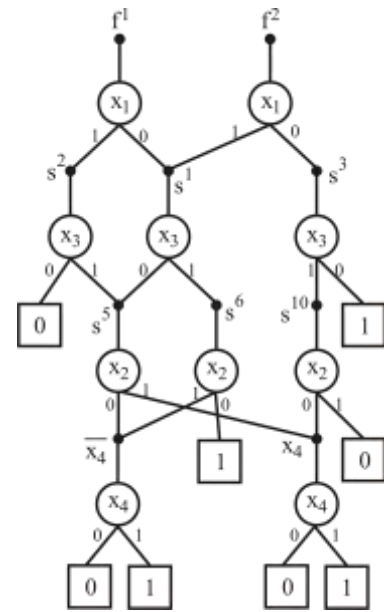


Рис. 2. BDD

Для системы функций, заданных в таблице, и перестановки $\langle x_1, x_2, x_3, x_4 \rangle$ результирующая BDDI (рис. 1), имеет сложность шесть (функциональных вершин). Лучшая по сложности BDD, полученная по перестановке $\langle x_1, x_3, x_2, x_4 \rangle$ и содержащая восемь функциональных вершин, показана на рис. 2.

Список литературы

1. Бибило, П. Н. Использование полиномов Жегалкина при минимизации многоуровневых представлений систем булевых функций на основе разложения Шеннона / П. Н. Бибило, Ю. Ю. Ланкевич // Программная инженерия. – 2017. – № 3. – С. 369–384.
2. Бибило П. Н. Применение диаграмм двоичного выбора при синтезе логических схем / П. Н. Бибило. – Минск : Беларус. навука, 2014. – 231 с.
3. Закревский, А. Д. Логические основы проектирования дискретных устройств / А. Д. Закревский, Ю. В. Поттосин, Л. Д. Черемисинова. – М. : Физматлит, 2007. – 592 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТЕГАНОГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ЭЛЕКТРОННЫХ КАРТАХ

Е. А. Блинова, П. П. Урбанович

Белорусский государственный технологический университет, Минск

Электронные карты – это набор компьютерных файлов, содержащих пространственные данные в векторном формате. Электронные карты широко используются в приложениях для управления инфраструктурой населенных пунктов, навигации и чрезвычайных ситуаций. Изготовление электронных карт требует значительных затрат, и картографическая информация должна быть предоставлена конечному пользователю с учетом защиты как от неправомерного использования, так и от умышленного искажения данных.

Поскольку электронные карты могут только ограниченно использовать криптографические методы защиты на уровне файла или GIS-системы, наиболее оптимальным представляется использование стеганографических методов. Стеганография – наука о способах передачи скрытого сообщения в открытой среде или о хранении скрытого сообщения в открыто хранящемся объекте, при которых не возникает подозрений о наличии скрытого сообщения. Скрытое сообщение встраивается в не привлекающий внимания объект, называемый контейнером, который направляется адресату или размещается в общедоступной области. В данном случае в качестве контейнера используется описание пространственных элементов электронных карт, а основной задачей является размещение в электронных картах скрытых меток (водяного знака) для подтверждения авторства электронных карт. Картографические данные многих коммерческих организаций намеренно содержат стеганографические метки в данных. Эти метки предназначены для определения факта незаконного копирования и распространения электронных карт.

Создание цифровой карты можно рассматривать как переработку исходного картографического изображения и создание производного картографического векторного изображения, неотъемлемой частью которого является база данных. Обычно для обработки электронных карт используется специальное программное обеспечение, например ArcGIS или MapInfo, но формат электронной карты может быть сведен к таблице, столбцами которой являются столбец с описанием пространственной области и набор столбцов с атрибутивной информацией об этой области, например о высоте над уровнем моря, глубине грунтовых вод, этажности здания и т. д. В каждой строке такой таблицы содержатся пространственное описание

и атрибуты только для одной области. В результате набор строк дает полную электронную карту. Описание пространственных объектов в файлах электронных карт обычно производится в формате WKT (Well Known Text), который является основным языком разметки текста для представления объектов векторной геометрии на карте, пространственных систем координат и преобразований между пространственными системами. Поскольку WKT представляет собой подмножество языка XML и чрезвычайно близок к формату описания путей в формате векторной графики SVG, то к контейнерам, представляющим собой векторную карту или изображение в формате SVG, могут быть применены классические методы текстовой стеганографии и методы, использующие особенности формата [1–3]. Формат тегов описания путей позволяет размещать скрытую информацию, добавляя дополнительные элементы в геометрические фигуры. При описании фигур используется цветовая модель RGB, что позволяет внедрять скрытую информацию в незначительном изменении параметров цвета. Игнорирование браузерами неверных атрибутов позволяет осуществлять подмену атрибутов по заранее определенному алгоритму.

Обработку данных электронных карт часто производят в базе данных, преобразуя их в таблицу. Многие системы управления базами данных позволяют обрабатывать пространственные данные: находить пересечения и вложения географических объектов, расстояния между объектами различного вида. Пространственные данные могут переноситься между базой данных, поддерживающей обработку пространственных данных, и специфическими форматами файлов хранения электронных карт.

В литературе широко освещается возможность осаждения скрытой информации в файлы электронных карт. В последние годы увеличилось число публикаций, посвященных проблеме осаждения скрытых меток (водяного знака) в файлы электронных карт с целью подтверждения целостности и авторства, в то время как ранее основной интерес сосредотачивался на растровых картах, которые представляют собой изображение. При осаждении скрытых меток все стеганографические методы могут быть разделены на две основные группы: изменение характеристик отдельных вершин пространственных объектов и трансформация пространственного объекта в целом. При изменении характеристик отдельных вершин пространственных объектов встраивание может производиться путем изменения младших цифр координат вершин пространственных объектов, изменения топологии, т. е. объединения или разделения пространственных объектов, а также деления электронной карты на взаимосвязанные части. Достоинствами таких методов являются простая программная реализация и объем размещаемого водяного знака, а основным недостатком – низкая стойкость к атаке на конкретный метод. К методам трансформации пространственного объекта в целом относятся методы, использующие

вейвлет-преобразование, дискретное преобразование Фурье и дискретное косинусное преобразование. Данные методы обеспечивают высокую стойкость к атакам, основанным на пространственных преобразованиях, таких как поворот или масштабирование, однако они подходят не для всех типов электронных карт и сложно реализуются.

Перечислим наиболее часто применяемые подходы к осаждению скрытых меток в электронных картах. К ним относятся так называемые нулевые водяные знаки, которые используют ключевые характеристики стеганографического контейнера при генерации водяного знака. Адаптивные водяные знаки размещаются в различных областях электронной карты в зависимости от ее характеристик. Множественные водяные знаки предполагают наличие нескольких водяных знаков, нанесенных при помощи различных стеганографических методов и распознаваемых разным программным обеспечением. Применение множественных водяных знаков позволяет контролировать целостность осаждаемой скрытой информации, что может быть использовано, например, при решении задачи защиты права интеллектуальной собственности на изображения либо их части. К обратимым водяным знакам относятся такие водяные знаки, которые позволяют получить оригинальный контейнер после извлечения водяного знака. Под аддитивным водяным знаком понимается добавление водяного знака в координаты вершин полиномов пространственных объектов.

Наиболее перспективным направлением исследований представляется реализация стеганографического метода, основанного на добавлении множественных обратимых аддитивных водяных знаков, обеспечивающих зависимость пространственных данных друг от друга.

Список литературы

1. Blinova, E. The use of steganographic methods in SVG format graphic files / E. Blinova, N. Shutko // *New Electrical and Electronic Technologies and their Industrial Implementation: Proc. of the 10th Intern. Conf., Zakopane, Poland, 23–26 June 2017 / Lublin University of Technology; Media Patronage "Przegląd Elektrotechniczny"*. – Lublin, 2017. – P. 45.

2. Блинова, Е. А. Стеганографический метод на основе встраивания дополнительных значений координат в изображения формата SVG / Е. А. Блинова, П. П. Урбанович // *Тр. БГТУ. Сер. 3. Физ.-мат. науки и информатика*. – 2018. – № 1(206). – С. 104–109.

3. Блинова, Е. А. Защита целостности данных электронных карт стеганографическим методом / Е. А. Блинова, П. П. Урбанович // *Тез. Четвертой МНПК «Веб-программирование и интернет-технологии WebConf2018»*. – Минск, 2018. – С. 147.

ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ

В. В. Бова, Н. В. Григорьева, М. А. Довгалев
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия
e-mail: vvbova@sfnedu.ru, ms.nato4ka@bk.ru

Мобильное приложение – это программный продукт, созданный для планшетных ПК и смартфонов. При помощи приложений владелец устройства решает разного рода практические задачи: пользуется Всемирной сетью, размещает фото- и видеоконтент в социальных сетях, проводит свой досуг.

Владельцы смартфонов и планшетов скачивают приложения в основном из магазинов, самые распространенные – Google Play и App Store. Многие уверены, что приложения из магазинов являются более безопасными, потому что модераторы проверяют программы перед размещением [1].

Независимо от того, на каком устройстве используются приложения, их можно разделить на платные и бесплатные.

Бесплатные приложения раньше являлись простейшим ПО с небольшим количеством возможностей. На сегодняшний день бесплатных приложений в том понимании, какими они являлись ранее, не осталось. Все что считается «бесплатным», в любом случае не является таковым, все приложения данного типа зарабатывают различными способами, не требуя при этом вложений от пользователей (например, на рекламе). Если говорить о платных мобильных приложениях, то они предоставляют пользователю расширенный функционал [2].

Рассмотрим непосредственно план создания мобильного приложения.

Бизнес-анализ рынка. На данном этапе необходимо определиться, для чего использовать приложение. Ниже представлен перечень пунктов, которые необходимо выполнить, прежде чем приступить к разработке приложения:

1. Определить цели создания и последующий релиз мобильного приложения.
2. Составить план коммерциализации мобильного приложения.
3. Определить целевую аудиторию.
4. Изучить рынок, для которого создается приложение, определить конкурентов.
5. Изучить уже имеющиеся на рынке мобильные приложения, определить, будет ли целевая аудитория пользоваться создаваемым мобильным приложением вместо приложений аналогов.
6. Определить бюджет на создание и продвижение продукта.

Техническое задание. Перед тем как приступить к разработке приложения, важно грамотно изложить техническое задание. Техническим заданием является документ, разработанный заказчиком в соответствии с требованиями исполнителя, где изложены параметры и основные эксплуатационные характеристики проекта, объекта или системы [3].

После составления ТЗ можно приступить к прототипированию.

Прототипирование. Прототипы делятся на статические и интерактивные.

Статическими являются прототипы, спроектированные в виде неподвижных изображений. В данной категории находятся прототипы, выполненные на бумаге или при помощи какого-нибудь графического редактора. Кроме того, сюда также относятся прототипы, нарисованные на любой пригодной для этого поверхности [4, 5].

В отличие от обычных изображений на интерактивных присутствует возможность взаимодействия с интерфейсом благодаря элементам навигации. Кроме того, в интерактивных прототипах возможна имитация работы большинства элементов приложения.

Вид и степень проработки прототипа выбираются, как правило, разработчиками исходя из важности и удобства решения конкретных задач [4].

Написание кода и внедрение технологий. Наконец можно приступить непосредственно к разработке: на основе языков программирования, фреймворков и различных технологий создается информационный продукт в соответствии с ТЗ и утвержденным прототипом.

Тестирование. На всех этапах создания мобильного приложения важным пунктом является внутреннее тестирование продукта. Цель тестирования заключается в том, чтобы иметь возможность убедиться, что продукт взаимодействует с аппаратной и программной платформами смартфонов, планшетов и ПК именно так, как предполагалось на этапе прототипирования.

Создание рабочей версии продукта. В результате серии тестов и доработок продукта должна быть получена его рабочая предрелизная версия. Именно эту версию и предстоит коммерциализировать [5].

Продажа информационного продукта. Последний этап работы – добавление продукта для рецензирования на специальные коммерческие площадки (магазины) и последующее техническое сопровождение.

В современном мире информационные продукты и услуги захватывают практически все сферы быта – от работы до досуга и даже личной жизни. Владельцы смартфонов не представляют своего обычного дня без информационных технологий. Такого рода захват пользователей является способом облегчить все сферы жизни. В свою очередь, заинтересованность пользователей влечет за собой огромный спрос на различного рода мобильные приложения, а избыток таких приложений на рынке обуславлива-

ет увеличение требований к разрабатываемому информационному продукту. Таким образом, разработчику необходимо создавать новое мобильное приложение в соответствии с текущим положением на рынке, а для того чтобы конечный продукт оказался востребованным, важно проработать все детали до разработки и корректировать их на дальнейших этапах работы.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ №18-29-22019.

Список литературы

1. Приложения для разработки приложений: как сделать приложение для iOS и Android самостоятельно [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://texterra.ru/blog/kak-sdelat-mobilnoe-prilozhenie-samomu.html>. – Дата доступа: 19.02.19.

2. Мобильные приложения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Мобильные_приложения. – Дата доступа: 19.02.19.

3. Техническое задание – это что такое? Понятие и содержание. Как составить ТЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fb.ru/article/258324/tehnicheskoe-zadanie---eto-hto-takoe-ponyatie-i-soderjanie-kak-sostavit-tz>. – Дата доступа: 19.02.19.

4. Виды прототипов сайтов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://webevolution.ru/blog/sajti/vidi-prototipov-sajtov/>. – Дата доступа: 19.02.19.

5. Преимущество интерактивных прототипов при презентации дизайна [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://spark.ru/startup/webpink/blog/35769/preimuschestvo-interaktivnih-prototipov-pri-prezentatsii-dizajna>. – Дата доступа: 19.02.19.

ПРОГРАММНО-ИНФОРМАЦИОННЫЕ СРЕДСТВА ТРЕХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ АРХИТЕКТУРНЫХ ПАМЯТНИКОВ БЕЛАРУСИ

А. Г. Буравкин¹, Л. Г. Зиновенкова¹, С. А. Кореняко¹, Д. В. Прадун¹,
Д. Г. Иванов²

¹Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, Минск
e-mail: buralex@tut.by

²УПЦ «Полигон», Минск, Беларусь
e-mail: info@polygon.by

Разработка программно-информационных средств трехмерного моделирования и визуализации архитектурных памятников ведется отделом совместных программ космических и информационных технологий Объединенного института проблем информатики НАН Беларуси на протяжении последних нескольких лет [1, 2]. Эти средства предназначены для создания и последующей визуализации трехмерных моделей архитектурных сооружений в составе тематических веб-проектов (сайтов, порталов) с целью использования виртуальных онлайн-реконструкций культурно-исторических памятников Беларуси для расширения рекламных возможностей туристической сферы, привлечения иностранных и белорусских туристов к посещению и изучению наиболее известных достопримечательностей страны.

При информационной и организационной поддержке учреждений культуры были созданы трехмерные модели архитектурных памятников:

а) по Брестской области:

– Усадебно-парковый ансамбль Немцевичей (д. Скоки, Брестский район);

– Дворец Пусловских (г. Коссово, Ивацевичский район);

– Ружанский дворец (п. Ружаны, Пружанский район).

б) по Гродненской области:

– замок в г. Лида;

– замок в г. Новогрудок;

– Мирский замок (г. п. Мир, Кореличский район);

– Старый замок в г. Гродно;

– Кревский замок (а. г. Крево, Сморгонский район);

– Любчанский замок (г. п. Любча, Новогрудский район);

– Гольшанский замок (а. г. Гольшаны, Ошмянский район);

в) по Гомельской области – Гомельский дворцово-парковый ансамбль.

Программно-информационные средства внедрены и функционируют в составе информационных интернет-ресурсов Гомельского дворцово-

паркового ансамбля (www.palacegomel.by), Брестского областного краеведческого музея (<http://brokm.vbreste.by/3d-models.html>), главного управления идеологической работы, культуры и по делам молодежи Брестского областного исполнительного комитета (<http://brest-region.gov.by>), отдела идеологической работы, культуры и по делам молодежи Пружанского районного исполнительного комитета (<http://pruzhany.brest-region.gov.by>), Историко-мемориального музея «Усадьба Немцевичей» (<http://nemtsevichi.by/3d-model>), Центра исследований белорусской культуры, языка и литературы НАН Беларуси (<http://cbcll.basnet.by/>).

Последний по времени проект, реализованный специалистами отдела, – программный комплекс интерактивного интернет-портала «Виртуальный тур по заповедным территориям Беларуси» (рис. 1) по заказу ГНПО «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам». Портал функционирует по адресу <http://zarovednytur.by/>. Наполнение и ведение ресурсов портала осуществляются на базе разработанного программного комплекса специалистами НПЦ по биоресурсам.

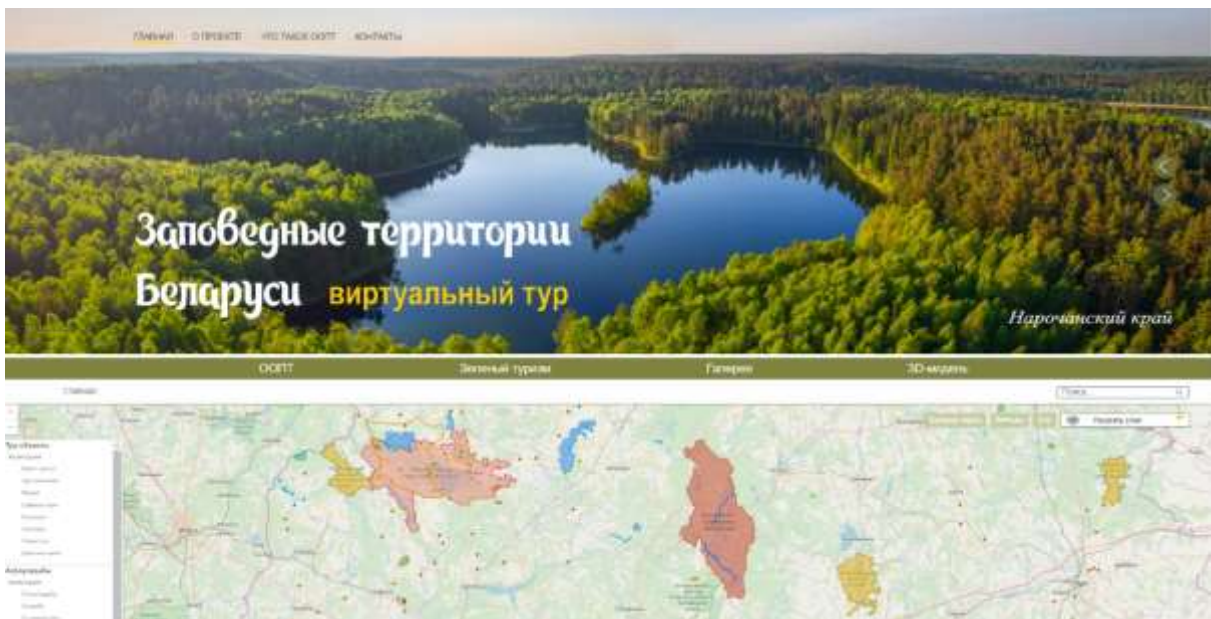


Рис. 1. Главная страница интернет-портала «Виртуальный тур по заповедным территориям Беларуси»

На интернет-портале размещены базы данных по заповедным территориям, электронные карты их размещения и мультимедийные материалы (фотографии, панорамные и видеоизображения). Отдельным блоком представлена визуализация 3D-модели (рис. 2) музея-усадьбы М. К. Огинского (д. Залесье, Сморгонский район, Гродненская область).



Рис. 2. Визуализация 3D-модели музея-усадьбы М. К. Огинского

Программно-информационные средства трехмерного моделирования и визуализации архитектурных памятников предназначены для использования в учреждениях культуры (краеведческих музеях), туристических, а также проектных организациях Беларуси.

Список литературы

1. Захаванне графічных вобразаў помнікаў архітэктуры Беларусі на аснове 3D-мадэлявання / А. Бураўкін [і інш.] // Аўтэнтычны фальклор: праблемы захавання, вывучэння, успрымання. (Памяці антраполага Зінаіды Мажэйкі) : зб. навук. прац / М-ва культуры Рэсп. Беларусь, Беларускі дзяржаўны ўніверсітэт культуры і мастацтваў ; рэдкал.: В. Р. Языковіч (старш.) [і інш.]. – Мінск : БДУКМ, 2016. – С. 39–40.

2. Камп’ютарная візуалізацыя помнікаў архітэктуры Беларусі на аснове 3D-мадэлявання / Д. В. Прадун [і інш.] // Культура. Науча. Творчасць : матэрыялы X Междунар. науч.-практ. конф., Мінск, 12 мая 2016 г. / М-во культуры Рэсп. Беларусь, Беларус. гос. ун-т культуры і мастацтваў ; рэдкал.: В. М. Чернік (пред.) [і др.]. – Мінск : БГУКИ, 2016. – С. 500–503.

**ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДОСТАВКИ И ОБРАБОТКИ
ТЕКСТОВОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ
ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО БАНКА ДАННЫХ
НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МАТЕРИАЛОВ**

А. Г. Буравкин¹, С. Ф. Липницкий¹, Л. В. Степура¹, Ф. Н. Боровик²,
З. С. Пархомова², Л. Г. Зиновенкова¹, А. А. Мамчич³

¹Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, Минск
e-mail: buralex@tut.by

²Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова
НАН Беларуси, Минск
e-mail: bfn@htmi.ac.by

³ООО «Эффективные программы», Минск, Беларусь
e-mail: lexamam@mail.ru

Программный комплекс доставки и обработки текстовой научно-технической информации для формирования электронного банка данных новых технологий и материалов, обеспечивающих создание ракетно-космической техники и перспективных изделий других отраслей, конкурентоспособных на мировом рынке, разрабатывается в рамках научно-технической программы Союзного государства «Разработка комплексных технологий создания материалов, устройств и ключевых элементов космических средств и перспективной продукции других отраслей» («Технология-СГ») [1].

Основными целями создания программного комплекса являются:

- повышение оперативности и качества наполнения банка данных новых технологий и материалов (рис. 1) свежими публикациями из открытых источников;
- повышение качества аналитической обработки информации банка данных;
- расширение видового многообразия хранимой информации;
- дополнение внутренних поисковых механизмов банка данных;
- замещение существующего банка данных по нанотехнологиям с расширением функций (информационное наполнение, аналитическая обработка, видовое многообразие документов, внутренние поисковые механизмы).

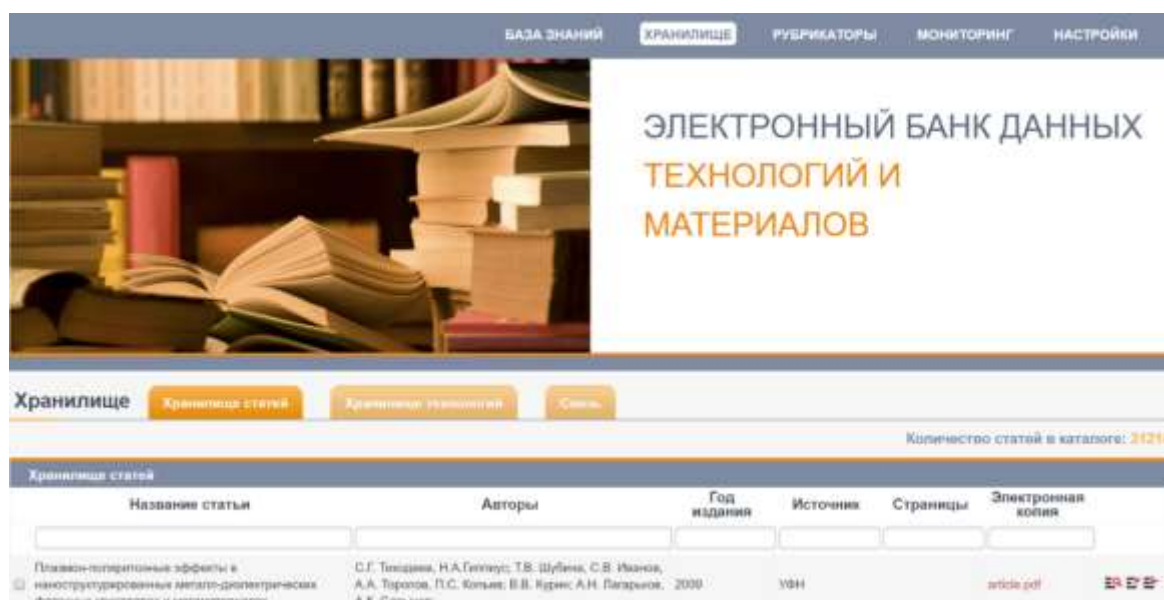
В состав программного комплекса доставки и обработки текстовой научно-технической информации входят:

- подсистема мониторинга интернет-публикаций [2, 3];

- подсистема аналитической обработки научно-технической информации [4];
- подсистема автоматизированного рубрицирования публикаций;
- подсистема администрирования.

В состав программного комплекса входят также следующие хранимые ресурсы:

- база знаний, содержащая тематические корпуса текстов, лингвистические словари, рубрикаторы и текстовые документы;
- хранилище документов, состоящее из хранилища статей и хранилища технологий (рефератов);
- служебные базы данных, предназначенные для хранения информации, обеспечивающей функционирование подсистем, включая информацию о пользователях банка данных новых технологий и материалов.



Заглавная страница электронного банка данных технологий и материалов

Реализация проекта программного комплекса доставки и обработки текстовой научно-технической информации для формирования электронного банка данных новых технологий и материалов, обеспечивающих создание ракетно-космической техники и перспективных изделий других отраслей, конкурентоспособных на мировом рынке, обеспечит следующие основные потребительские характеристики программного комплекса:

- полноту, актуальность и избирательность информации, полученной в результате автоматического мониторинга интернет-ресурсов для включения в банк данных новых технологий и материалов;
- регулярность автоматического мониторинга избранных интернет-ресурсов;

- оперативность и точность автоматической аналитической обработки научно-технических публикаций;
- оперативность и гибкость рубрицирования научно-технических публикаций;
- защищенность хранимых ресурсов от несанкционированного доступа;
- доступность для зарегистрированных пользователей банка данных новых технологий и материалов из расширенного множества документов на основе усовершенствованного поискового аппарата.

Список литературы

1. Проект программного комплекса доставки и обработки текстовой научно-технической информации для формирования электронного банка данных новых технологий и материалов / А. Г. Буравкин [и др.] // Седьмой Белорусский космический конгресс, 24–26 октября 2017 г., Минск : материалы конгресса : в 2 т. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2017. – Т. 2. – С. 255–258.
2. Липницкий, С. Ф. Моделирование информационного мониторинга Интернета на основе тематических корпусов текстов / С. Ф. Липницкий // Весці НАН Беларусі. Сер. фіз.-тэхн. навук. – 2011. – № 3. – С. 92–99.
3. Информационная система интернет-мониторинга публикаций по космической тематике и информационной поддержки работ по обеспечению надежности и живучести космических аппаратов: архитектура взаимодействия базовых подсистем / А. Г. Буравкин [и др.] // Шестой Белорусский космический конгресс, 28–30 октября 2014 г., Минск : материалы конгресса : в 2 т. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2014. – Т. 2. – С. 21–24.
4. Липницкий, С. Ф. Веб-поиск и аннотирование научно-технической информации на основе тематических корпусов текстов / С. Ф. Липницкий, А. А. Мамчич, С. А. Сорудейкина // Информатика. – 2009. – № 2. – С. 114–126.

СТАТИЧЕСКИЙ И ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВРЕДОНОСНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

А. А. Воронов¹, Д. Ю. Журавлев²

¹Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, Минск
e-mail: voronov@lsi.bas-net.by

²Белорусский государственный университет, Минск
e-mail: noolo113@gmail.com

Для защиты от компьютерных атак используются актуальные эффективные механизмы, но и алгоритмы реализации атак с каждым днем становятся все более изощренными. Согласно данным из отчета «Kaspersky Security Bulletin. Overall statistics for 2017» [1] на пользователей программных продуктов ЗАО «Лаборатории Касперского» было осуществлено 758 млн интернет-атак, атакам вредоносного ПО в Интернете подверглись 31,9 % всех пользователей.

Создатели компьютерных вирусов постоянно ищут новые методы и технологии для реализации вредоносного ПО, поэтому разработчики антивирусных программ должны постоянно изобретать новые методы детектирования вирусов и противодействия им. До 1992 г. компьютерные вирусы были примитивными: любой программист мог написать антивирус, справляющийся с угрозами. Но после появления полиморфного вируса MtE задача написания антивируса начала приобретать все большую сложность. Сегодня существуют различные методы детектирования вирусов, которые, в свою очередь, делятся на две группы: методы динамического и методы статического анализа.

При динамическом анализе исполняемый модуль запускается, после чего его поведение отслеживается антивирусной программой и на основе полученной информации выносится вердикт: представляет ли исполняемый модуль угрозу или нет. В процессе анализа могут фиксироваться: вызываемые системные функции; информация, передаваемая по сети; имена хостов, к которым программа подключена; действия, выполняемые программой.

Чтобы при запуске вируса не навредить системе, он может запускаться в так называемой «песочнице» – специальной виртуальной системе, которая эмулирует систему. Однако реализация такой «песочницы» – задача сложная, поскольку постоянно исследователи сообщают о нахождении в «песочницах» escape-уязвимостей, которые позволяют приложению, запускаемому в виртуальной среде, получить доступ к основной среде. Од-

ним из недостатков методов динамического анализа является время, которое нужно затратить на запуск и проверку исполняемого файла.

При статическом анализе, в отличие от динамического, исполняемый модуль не запускается, а лишь осуществляется анализ его метаданных, структуры, машинных команд и т. п. Часто применяется сигнатурный анализ – метод, при котором компания-поставщик антивируса заранее составляет базу контрольных сумм вирусов, после чего для проверки отдельного файла нужно всего лишь посчитать его хеш-сумму и проверить ее наличие в базе данных.

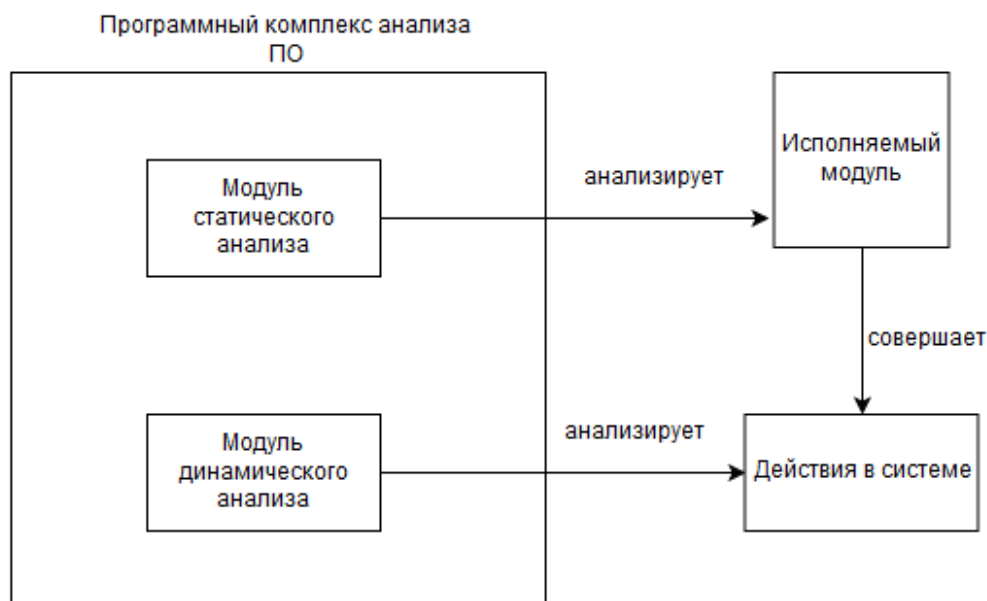
Признаком угрозы будем называть некоторую характеристику исполняемого файла, которая позволяет установить, что он является вредоносным. В случае с сигнатурным анализом признак угрозы – контрольная сумма исследуемого файла.

Рассмотрим один из приемов детектирования, который может применяться в алгоритмах из обеих групп. Исходя из представлений о вирусах, выбираем некоторые ключевые признаки угроз, которые будут сигнализировать о вредоносности программы. Например, при использовании вирусом метода Process Replacement, который применяется для перезаписи памяти исполняемого процесса, выполняется следующая цепочка системных функций: CreateProcess, ZwUnmapViewOfSection, VirtualAllocEx, WriteProcessMemory, WriteProcessMemory, SetThreadContext, Resume Thread. Поэтому, если в программе можно проследить цепочку вызовов данных функций, можно с некоторой уверенностью утверждать, что используется метод Process Replacement и данный исполняемый модуль является вредоносным [2].

Для определения неизвестных признаков угроз, а также для определения набора самых весомых признаков из множества можно использовать методы машинного обучения. Хорошим решением является комбинация статических и динамических методов. Например, можно отслеживать создаваемые или запускаемые приложением файлы (динамический анализ), после чего проверять их на наличие признаков вредоносного ПО (статический анализ) [3, 4].

Комплексный инструментарий, обеспечивающий пользователю защиту от вирусов в реальном времени и содержащий модуль статического и динамического анализа (рисунок), разрабатывается под ОС Windows. Для реализации динамического анализа написан системный драйвер, который позволяет следить за действиями, совершаемыми в системе. С целью перехвата системных сообщений использована библиотека WinPCap. Для статического анализа реализован сигнатурный подход, планируется использование алгоритмов машинного обучения (дерева принятия решений, «случайный лес», градиентного бустинга, адаптивного бустинга, байесовского классификатора).

База сигнатур вирусов требует постоянного обновления, например с сайта securiteinfo.com. Для разработки используется язык С++ и Qt.



Структурная схема инструментария для защиты пользователя от вирусов

База сигнатур содержит записи в формате [md5-хеш вируса]:[размер в байтах]:[название]. Всего имеется информация о 3 533 574 вирусах. Для вычисления md5-хеша используется реализация с сайта zedwood.com, а для хранения хешей вирусов в программе используется префиксное дерево.

Список литературы

1. Kaspersky Security Bulletin. Overall statistics for 2017 [Electronic resource]. – 2017. – Mode of access: http://media.kaspersky.com/jp/pdf/pr/Kaspersky_KSB2017_Statistics-PR-1045.pdf. – Date of access: 15.02.2019.
2. Sikorski, M. Practical Malware Analysis / M. Sikorski, A. Honig. – San Francisco : No Starch Press, Inc., 2012. – 800 p.
3. Касперски, К. Записки исследователя компьютерных вирусов / К. Касперски. – СПб. : Питер, 2005. – 316 с.
4. Malware Analyst's Cookbook and DVD: Tools and Techniques for Fighting Malicious Code / M. H. Ligh [et al.]. – Indianapolis : Wiley Publishing, Inc., 2011. – 744 с.

КРОССПЛАТФОРМЕННАЯ ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА ПОДБОРА И УПРАВЛЕНИЯ АРЕНДОЙ СЕРВЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

А. А. Воронов¹, И. Ю. Фалько²

¹Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, Минск
e-mail: voronov@lsi.bas-net.by

²Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники, Минск
e-mail: falko.ilya@gmail.com

Для предприятий, занимающихся разработкой и проектированием программного обеспечения (ПО), очевидны преимущества использования серверов для разработки и тестирования продуктов. Автоматизация процесса аренды серверного оборудования для сотрудников предприятия позволяет ускорить цикл разработки ПО, облегчить задачу управления и администрирования вычислительными ресурсами предприятия.

Разрабатываемая система позволит в едином информационном пространстве осуществлять управление арендой серверов (обработку заявок на выделение новых ресурсов, конфигурирование заказываемого оборудования), расчет затрат на аренду, обеспечивать техническую поддержку пользователя, производить учет и регистрацию пользователей. Также система обеспечит возможность управления арендой серверного оборудования корпоративным клиентам предприятия.

В настоящее время уже реализованы системы управления арендой. Однако они предназначены только для арендодателя и не предусматривают использование клиентами «АРЕНДА+» (<http://arendasystem.com/>) и «Учет аренды и проката» (<http://ussoft.ru/prokat.php>).

В таблице приведено подробное сравнение существующих аналогов разрабатываемой системы.

Целью работы является проектирование и реализация автоматизированной системы управления арендой серверов.

Главные задачи, решаемые системой:

- реализация возможности клиента самостоятельно конфигурировать требуемое серверное оборудование;
- реализация автоматического расчета затрат на аренду сконфигурированного оборудования;
- реализация технической поддержки клиента;
- учет и регистрация клиентов.

Система должна быть спроектирована таким образом, чтобы поддерживать большое число пользователей, которые одновременно могут в ней работать и осуществлять заказы.

Сравнение существующих автоматизированных систем управления арендой

Функциональные возможности	Существующие автоматизированные системы управления арендой	
	АРЕНДА+	Учет аренды и проката
Пользовательский интерфейс для клиента	Нет	Нет
Веб-интерфейс	Да	Нет
Техническая поддержка	Да	Удовлетворительная
Генерирование отчетов	Да	Да
Рассылка по SMS, e-mail	Да	Нет
Расчет расходов на аренду	Да	Нет
Ведение учета	Да	Да
Контроль безопасности	Да	Минимальный

Разрабатываемая программная система состоит из пяти основных модулей: управления пользователями, управления заявками, расчета затрат, управления отчетами, технической поддержки (рисунок).



Структура системы управления арендой серверного оборудования

Для разработки системы использована платформа JavaEE (Java Platform, Enterprise Edition) для обеспечения переносимости и масштабируемости, а также СУБД для целостности данных во время работы системы [1, 2].

В настоящей работе предложена структура системы, расширяющая функционал существующих приложений путем добавления новых категорий пользователей и ролей, внедрения модуля уведомлений пользователя по электронной почте, автоматического выделения физических ресурсов и предоставления к ним доступа.

Список литературы

1. Дейт, К. Дж. Введение в системы баз данных / К. Дж. Дейт. – М. : Вильямс, 2006. – 1328 с.
2. Создание корпоративных Java-приложений для IBM WebSphere / К. Браун [и др.]. – М. : Кудиц-Образ, 2005. – 860 с.

ПОДГОТОВКА УПРАВЛЕНЧЕСКИХ КАДРОВ В СФЕРЕ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Л. П. Ганчарик

Академия управления при Президенте Республики Беларусь, Минск

e-mail: ganchariklp@gmail.com

Современные системы государственного управления представляют собой комплекс, развитие которого происходит в условиях постоянного возрастания степени наукоемкости информационной инфраструктуры и информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Управление наукоемкими системами, обеспечение их эффективного функционирования предъявляют к управленческим кадрам и государственным служащим повышенные требования в области освоения современных методов управления, использования информационных систем, методов постановки и решения задач управления [1].

Базовым объектом цифровой экономики является человек, формирующий человеческий капитал в виде трудовых ресурсов, знаний, умений и компетенций – ключевых элементов процесса перехода к информационному обществу. Можно рассматривать следующие роли управленца в цифровой среде:

– *пользователь* цифровых технологий, адаптированный к возможностям и ограничениям цифровой экономики, постоянно использующий ее блага и обучающийся новым функциональным приложениям, формирующий свою цифровую жизненную среду, обеспечивающий постоянную трудоспособность и повышающий интеллектуальный уровень;

– *руководитель*, ответственно и эффективно реализующий возможности электронной демократии, электронного правительства и государства, цифрового медиaprостранства;

– *управленец*, обладающий необходимыми компетентностями для обучения и профессиональной деятельности в условиях цифровой экономики (включая производственную и непроизводственную сферы, образование, культуру, исследования, оборону, безопасность и управление), обращающийся в своей деятельности к цифровой среде, цифровым технологиям и инструментам, информационным ресурсам;

– *создатель и участник* будущих сквозных цифровых технологий, инструментария и информационных ресурсов.

Необходимыми элементами конкурентоспособной цифровой экономики и формирующегося информационного общества являются [2]:

1. Модель цифровых компетенций управленческих кадров, охватывающая рассмотренные роли с вариантами, относящимися к различным областям деятельности.

2. Цифровая среда деятельности управленческих кадров – инфраструктура и сквозные цифровые технологии, которые поддерживают стратегии информационного общества и цифровой экономики, обеспечивая реализацию цифровых компетенций.

3. Система сертификации цифровых компетенций, обеспечивающая конкурентоспособность трудовых ресурсов и управляемость ими в рамках цифровой экономики.

Целесообразно указанные компетенции в сфере цифровой экономики группировать в следующие блоки:

базовые компетенции – уверенное и эффективное использование технического и программного инструментария информационно-коммуникационных технологий, информационная грамотность;

социальные компетенции – способности выстраивать межкультурные сетевые коммуникации (социальные и профессиональные), использование технологий C2C, C2B, C2G;

образовательные компетенции – использование инструментария и возможностей открытого образования, формирование траекторий развития, индивидуальные профили компетенций, независимая оценка компетенций, управление проектами, интеллектуальное тестирование, соответствие профессиональным стандартам;

профессиональные компетенции – способности идентификации, описания и анализа проблем, применение профессиональных и сквозных информационных технологий, поиск и использование профессиональных информационных ресурсов;

управленческие компетенции – использование офисных технологий, контроллинга, юридических информационных систем системы поддержки принятия решений и персонального ситуационного центра.

Для управленческих компетенций разных уровней управления предлагается модель «Основы эффективного лидерства», которую активно используют в различных странах [3] (таблица).

Уровневая модель управленческих компетенций в сфере цифровой экономики

Управленческие компетенции в сфере цифровой экономики	Содержание управленческих компетенций в сфере цифровой экономики
Уровень руководящего состава предприятий, организаций и органов государственного управления	
Общее видение	1. Определение условий эффективного применения ИКТ. 2. Адаптация организационных структур к характеру и особенностям современных ИКТ

Управленческие компетенции в сфере цифровой экономики	Содержание управленческих компетенций в сфере цифровой экономики
Уровень руководящего состава предприятий, организаций и органов государственного управления	
Осведомленность о внешней обстановке	<ol style="list-style-type: none"> 1. Информированность о законодательной базе и политике государства в сфере информатизации. 2. Понимание внешнего информационного воздействия на деятельность государственных органов и организаций. 3. Анализ глобализации экономики в информационном обществе
Стратегическое мышление	<ol style="list-style-type: none"> 1. Разработка эффективной стратегии, связанной с информатизацией. 2. Оценка проблемы информационной политики и стратегического планирования с учетом долговременной перспективы. 3. Определение целей и приоритетов информатизации с учетом потенциальных угроз
Компетенции в сфере деятельности	<ol style="list-style-type: none"> 1. Владение системой поддержки принятия решений класса Decision Support System (DSS). <i>Справочно: основная концепция DSS – дать высшим управленческим кадрам инструментальные средства, необходимые для анализа важных блоков данных, проблемных ситуаций, объединяя данные, сложные аналитические модели в единую мощную аналитическую систему. DSS разработаны, чтобы предоставить возможности решения слабоструктурированных и неструктурированных проблем.</i> 2. Владение основами цифровой экономики: <ul style="list-style-type: none"> – новая экономика XXI века; – технологии цифровой экономики; – рейтинги цифровой экономики; – парадигмы новой экономики для государства; – долгосрочный экономический рост государства в условиях цифровой экономики
Уровень руководителей крупных структурных подразделений предприятий, организаций и органов государственного управления	
Творческое мышление и инновации	Придание ИКТ статуса стратегического ресурса, чтобы получить наибольшую отдачу
Управленческий контроль и координация	<ol style="list-style-type: none"> 1. Привлечение ИКТ-службы к участию в принятии важных решений и формировании стратегии предприятия, организации, органа государственного управления. 2. Обеспечение согласованного взаимодействия информационных и производственных процессов для повышения эффективности их деятельности

Управленческие компетенции в сфере цифровой экономики	Содержание управленческих компетенций в сфере цифровой экономики
Уровень руководителей крупных структурных подразделений предприятий, организаций и органов государственного управления	
Финансовое управление	<p>Осуществление связи финансирования ИКТ в соответствии с важными стратегиями, основными стоимостными факторами и повседневными деловыми процессами.</p> <p><i>Справочно: необходимо использовать при принятии решений анализ затрат и преимуществ, который обеспечит упорядоченность и систематичность. В качестве единственного критерия при разработке информационных систем не должно применяться только снижение стоимости. Принятые в организации или государственном органе подходы необходимо распространить на более определенные, поддающиеся количественному учету и важные стратегические решения. Необходимо выходить за рамки отдельных проектов, учитывая при разработке приложений и производственной архитектуры долговременные перспективы. Оценивать текущие расходы на ИКТ необходимо исходя из поставленных целей в области стоимости и обслуживания. Стремясь к постоянному обновлению, необходимо избегать крупных единовременных затрат на аппаратно-программное обеспечение</i></p>
Компетенции в сфере деятельности	<p>1. Владение управляющими информационными системами класса Management Information Systems (MIS), которые обслуживают управленческий уровень, обеспечивая руководителей разного уровня отчетами, докладами с интерактивным доступом к текущей работе и архивным отчетам.</p> <p><i>Справочно: MIS обслуживает функции планирования, управления и принятия решений на управленческом уровне. MIS суммирует и докладывает результаты основных действий организации или органа государственного управления. MIS характеризуется следующими факторами:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – поддерживает структурированные и слабоструктурированные решения на управленческом уровне; – ориентирована на формирование отчетов и осуществление контроля. Разработана, чтобы помогать обеспечивать текущий учет действий и планирования; – учитывает общие данные и потоки данных; – имеет аналитические возможности; – помогает в принятии решений, используя прошлые и настоящие данные; – имеет скорее внутреннюю, чем внешнюю ориентацию. <p>2. Владение основами цифрового управления:</p> <ul style="list-style-type: none"> – концепция электронного управления; – методики ООН-рейтингов электронного управления; – блокчейн-управление; – перспективы цифрового управления

Управленческие компетенции в сфере цифровой экономики	Содержание управленческих компетенций в сфере цифровой экономики
Уровень руководителей подразделений предприятий, организаций и органов государственного управления	
Управление разнородным коллективом работников	<ol style="list-style-type: none"> 1. Активное участие в принятии решений в области ИКТ. 2. Выработка совместных процедур принятия обоснованных решений руководителями подразделений и руководителем ИКТ-службы. 3. Создание условий для высокопроизводительной работы ИКТ-службы, включая материальное стимулирование для повышения производительности
Планирование и оценка	<ol style="list-style-type: none"> 1. Разработка новых ИКТ-систем с разбивкой на этапы и установлением промежуточных целей (с интервалом, как правило, не больше шести месяцев), которые обеспечивают реальное продвижение в информатизации. 2. Использование стандартного и проверенного программного обеспечения или его модификации. <p><i>Справочно: усилия должны быть сконцентрированы на тех 20 % функций, которые отвечают за 80 % деятельности организации или органа государственного управления</i></p>
Компетенции в сфере деятельности	<ol style="list-style-type: none"> 1. Владение системами управления знаниями класса Knowledge Management System (KMS) и системами автоматизации делопроизводства класса Office Automation Systems (OAS), которые обслуживают информационные потребности на уровне знаний организации или органа государственного управления. <p><i>Справочно: системы KMS и OAS обслуживают информационные потребности на уровне знаний. Системы управления знаниями помогают аналитикам, экспертам, управляющим. В то же время системы автоматизации делопроизводства помогают обработчикам данных.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Владение основами цифровой экономики: <ul style="list-style-type: none"> – цифровая промышленность; – цифровое сельское хозяйство; – умные энергосистемы; – цифровая логистика; – цифровая трансформация социальной сферы; – цифровизация финансовых услуг; – криптовалюты как новый вид денег; – цифровое образование

Кроме предлагаемых компетенций управленческие кадры должны знать и понимать базовые понятия цифровой экономики, такие как: internet of things (мир интернет-объектов), crowd economy (краудэкономика), fourth industrial revolution (четвертая индустриальная революция), блокчейн (вы-

строенная по определенным правилам непрерывная последовательная цепочка блоков), platform economy (платформенная экономика), цифровой банкинг (дистанционное банковское обслуживание), фолксномия (практика совместной категоризации информации) и т. д.

Компетентностные уровни могут формироваться посредством образовательного процесса в системе подготовки и переподготовки, которые, в свою очередь, определяются на основе знаний, умений и навыков, включающих в себя личностные и профессиональные результаты. Таким образом, каждый уровень описывается в терминах результатов, которые можно сопоставить с системой квалификаций. В системе подготовки и переподготовки это включает отбор материалов, поиск информации в библиотеках по ключевым понятиям цифровой экономики, выбор иллюстрирующих примеров интересных фактов и аналогий. После подбора необходимо провести его тщательный анализ, чтобы избежать распространенной ошибки, заключающейся в попытке обучить слишком многому за слишком короткое время. Поэтому необходимо установить систему первоочередности информации на основе желаемой цели обучения. Каждую порцию информации следует рассматривать с точки зрения ее соответствия формируемых компетенций.

В результате материалы должны быть подобраны, разделены на компетенции и оформлены в виде отдельных учебных модулей. Каждый учебный модуль – это стандартный учебный продукт, включающий четко обозначенный объем знаний и умений, предназначенный для изучения и формирования в течение определенного времени конкретных управленческих компетенций в сфере цифровой экономики и соответствующих зачетных единиц.

Учебный материал каждого модуля должен иметь покадровое представление, т. е. единицей представления материала может быть кадр. Информация, размещенная на одном кадре, должна быть цельной и представлять собой некоторый заверченный смысл. Структура кадра должна быть представлена в виде макета кадра (текста, рисунков, схем, графиков, расположения объектов, аудио и видео). Текстовая часть должна сопровождаться перекрестными ссылками, позволяющими сократить время поиска необходимой информации (удобным элементом может быть подключение глоссария по данной компетенции). Дополнительная аудио-, видеоинформация или анимированные клипы должны сопровождать те разделы учебных материалов, которые трудно понять в текстовом изложении. Предпочтительнее использовать графику с поясняющей ее речью, чем ту же графику и аналогичный печатный текст.

В современных условиях особую значимость приобретают вопросы повышения эффективности управления предприятиями, организациями, государственными органами и организациями на основе максимальной ин-

теграции образования и цифровой экономики. С учетом вышесказанного можно констатировать, что методология и технология компетентностного подхода являются чрезвычайно ценными инструментами повышения качества управленческой деятельности в социальной и экономической сферах цифровой экономики государственного управления.

Список литературы

1. Абросимова, М. А. Информационные технологии в государственном и муниципальном управлении : учеб. пособие / М. А. Абросимова. – М. : Кнорус, 2017. – 248 с.

2. Видясова, Л. А. Развитие электронного управления в странах Евразийского экономического союза: прогресс, вызовы и перспективы / Л. А. Видясова, А. В. Чугунов, Е. Ю. Видясов // Вестник международных организаций. – 2017. – Т. 12, № 1. – С. 66–80.

3. Ганчарик, Л. П. Подходы к проведению личностно-профессиональной диагностики и формированию индивидуальных программ обучения и развития государственных служащих в Республике Беларусь / Л. П. Ганчарик, Д. С. Докучиц // Теоретическо-методологические аспекты обучения руководящих кадров и лиц, включенных в резервы руководящих кадров, в рамках государственного заказа в условиях решения задач социально-экономического развития Республики Беларусь : сб. науч. тр. / редкол. : А. В. Ивановского [и др.] ; под ред. д-ра техн. наук, проф. А. В. Ивановского. – Минск : Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь, 2018. – С. 121–134.

РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА УПРАВЛЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЕМ КОНТРОЛЯ КРИТИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ НА БАЗЕ СИСТЕМ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ

В. В. Ганченко, А. А. Воронов, А. А. Дудкин

Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, Минск

e-mail: ganchenko@lsi.bas-net.by

Целью разработки являлось создание открытой архитектуры для расширения и модификации архитектуры программного комплекса по обеспечению управления оборудованием для контроля критических параметров интегральных микросхем с использованием систем машинного зрения (ПК УОККР), в которой реализованы возможности для добавления новой функциональности по обработке и анализу изображений, а также гибкой настройки параметров функционирования уже интегрированных модулей.

Критериями выбора шаблона архитектуры являются требования к архитектуре ПК УОККР [1–2], такие как модульность, открытость, конфигурируемость, разделение графического интерфейса пользователя и функциональности. Наиболее удобным шаблоном для данных требований является MVC (от англ. model – view – controller) [3]. MVC подразумевает разбиение на логические модули, каждый из которых может иметь свою модульную структуру, скрываемую за единым интерфейсом. Открытость следует из возможности реализации иерархической модульности: каждый элемент может иметь требуемое количество внутренних модулей, единственным требованием к которым является соответствие определенному программному интерфейсу. Разделение отображения и управления позволяет формировать наборы команд, передаваемых системе управления, и использовать их вместо реакции на действия пользователя в графическом интерфейсе, что обеспечивает возможность реализации конфигурируемости. Шаблон MVC подразумевает подобное разделение.

Недостатком MVC для ПК УОККР является отсутствие четко выделенной модели данных. Однако объектом исследования является процесс контроля и данными можно считать информацию о состоянии этого процесса.

Шаблон MVC с некоторыми доработками позволяет учесть все требования в архитектуре ПК УОККР. Так, система управления должна иметь возможности: получать команды из нескольких источников, следовательно, добавляется интерфейс приема управляющих команд, в общем случае преобразующий конкретные команды в команды общего вида (метакоманды); получать видеопоток из нескольких источников, – добавляется интерфейс получения видеоданных, преобразующий различные форматы данных

к единому формату; передавать управляющие команды различным установкам, – добавляется интерфейс управления оборудованием, принимающий команды управления оборудованием общего формата (метакоманды оборудования) и преобразующие к конкретному виду. Должна быть реализована виртуальная модель данных, хранящая описание текущего состояния процесса контроля параметров.

Разработанная архитектура ПК УОККР приведена на рисунке [2]. Работа ПК УОККР согласно представленной архитектуре осуществляется по следующему алгоритму:

Шаг 1. Инициализация работы пользователем путем выдачи управляющих воздействий системе управления (через интерфейс пользователя или загрузки конфигурации для работы в автоматическом режиме).

Шаг 2. Преобразование управляющих команд (при необходимости).

Шаг 3. Получение данных от оборудования видеозахвата подсистемой видеозахвата с использованием соответствующего SDK (от англ. software development kit, набор средств разработки), преобразование данных для обработки.



Схема архитектуры ПК управления оборудованием контроля критических размеров

Шаг 4. Обработка и анализ данных соответствующими подсистемами.

Шаг 5. Передача видеопотока и результатов анализа системе управления (при необходимости, преобразование формата).

Шаг 6. Выработка управляющих воздействий подсистемой принятия решений на основании полученных команд, видеоданных и результатов анализа.

Шаг 7. Передача данных о процессе контроля в виртуальную модель данных.

Шаг 8. Передача сигнала о изменении состояния модели от виртуальной модели данных графическому интерфейсу пользователя.

Шаг 9. Запрос требуемых данных графическим интерфейсом пользователя у виртуальной модели данных и их получение.

Шаг 10. Передача подсистемой принятия решения команд управления оборудованию через соответствующий интерфейс, систему управления механизмами и соответствующий SDK.

Шаг 11. Сохранение результатов контроля и измерений в базе данных.

Разработанный ПК содержит средства интеграции внешних модулей путем конфигурирования соответствующих параметров, что дает возможность подключать без перекомпиляции стороннее программное обеспечение для обработки и анализа изображений так же, как и оборудование видеозахвата. Основная же функциональность выделена в ядро комплекса, что изолирует его от интерфейса и позволяет при дальнейшем развитии проекта осуществлять вычисления на специализированных ресурсах.

Список литературы

1. Фаулер, М. Архитектура корпоративных программных приложений / М. Фаулер. – М. : Изд. дом «Вильямс», 2006. – С. 43–79.

2. Крэг, Л. Применение UML 2.0 и шаблонов проектирования / Л. Крэг. – Изд. 3-е. – М. : Изд. дом «Вильямс», 2013. – С. 29–153.

3. Приемы объектно-ориентированного проектирования / Г. Эрх [и др.]. – СПб. : Изд. дом «Питер», 2015. – 368 с.

ГИБРИДНЫЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ СИСТЕМ ПОИСКА И ОПТИМИЗАЦИИ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ЭВОЛЮЦИОННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И МНОГОАГЕНТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

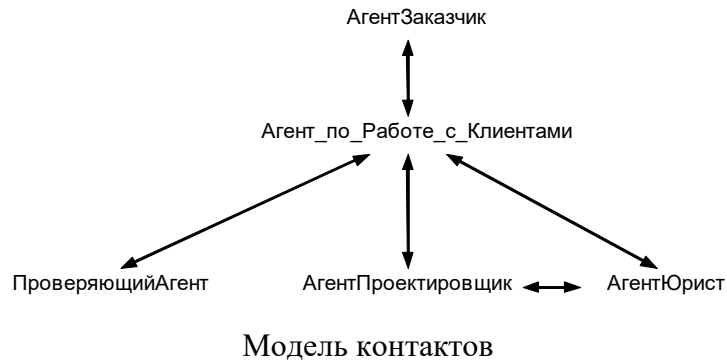
Л. А. Гладков, Н. В. Гладкова

Южный федеральный университет, Таганрог, Россия
e-mail: leo_gladkov@mail.ru, nadyusha.gladkova77@mail.ru

Современные тенденции развития науки и техники, усложнение систем управления и проектирования вынуждают разрабатывать новые средства повышения эффективности информационных систем. Комбинируя различные подходы, можно обойти недостатки, присущие каждому из них в отдельности. Поэтому одной из современных тенденций является разработка интегрированных систем и гибридных моделей и методов [1, 2]. Рассмотрение широкого круга задач, связанных с поиском и выбором оптимальных решений, является актуальной проблемой. Это связано с тем, что данные задачи NP-полные и NP-трудные и не существует эффективных алгоритмов их решений с полиномиальной временной сложностью. Разработка новых гибридных методов и алгоритмов, основанных на методах эволюционного поиска и агентно-ориентированном подходе, позволит повысить эффективность решения таких задач.

Классическая методология агентно-ориентированного проектирования может строиться на основе объектно-ориентированного подхода с дополнением его элементами теории агентов. Оба подхода используют обмен сообщениями для взаимодействия, а также принципы наследования и агрегирования для определения архитектуры. При этом применяются элементы сходства объектно-ориентированных и агентно-ориентированных подходов. Существуют различные варианты ее реализации. Таким образом, методологии разработки мультиагентных систем (МАС) помогают объединить различные процессы, необходимые для реализации многоагентной системы, в единую цепочку (сеть) [3]. К числу наиболее известных относятся методологии Gaia, PASSI, Tropos, MAS-CommonKADS и др.

Задачей процесса проектирования является преобразование абстрактных моделей высокого уровня, разработанных на стадии анализа, в модели более низкого уровня, обеспечивающие достаточно простую реализацию. На стадии проектирования создается модель агента, т. е. роли агрегируются в типы агентов, формируется иерархия типов, документируются примеры каждого типа. Далее разрабатываются модель услуг (сервисов) и модель основных, наиболее тесных отношений (контактов) (рисунок).



Эволюционное проектирование агентов и МАС лежит на стыке теории и методологии автоматизированного проектирования, разработки теоретических основ информатики (в частности, теории агентов) и биологических учений об эволюции [4]. Различные подходы и модели эволюционного проектирования, по сути, реализуют «гибридную стратегию» между проектированием агентов и их самоорганизацией. Возможны разные подходы к эволюционному проектированию агентов и МАС, которые могут опираться на различные модели эволюции [5]. Естественным основанием для классификации концепции и стратегий эволюционного проектирования может служить анализ причин развития агента или МАС: внешних или внутренних.

В первом случае эволюционное проектирование МАС рассматривается как процесс ее эволюционной адаптации к внешней среде. Здесь внешняя среда есть причина эволюции разрабатываемой системы и ее важнейшая движущая сила. Во втором случае причины изменения МАС усматриваются в ней самой; они могут быть связаны с целеустремленностью агентов, их приспособлением для достижения общей цели и т. п.

В рассматриваемом случае под эволюционным проектированием агента будем понимать процессы формирования его наследственной изменчивости и эволюционной адаптации к внешней среде. Иными словами, эволюционное проектирование определяется как процесс формирования и развертывания генотипа и фенотипа агента. Генотип агента соответствует всей наследственной информации, которую агент получает от родителей, а фенотип содержит набор структур агента, которые возникают в результате развития генотипа в определенной среде.

Рассмотрим популяцию агентов, интерпретируемую как эволюционирующая многоагентная система (ЭМАС) с определенным набором параметров. Построение модели ведется на основе использования модифицированного генетического алгоритма, его роль сводится к нахождению эффективных структур взаимодействий между агентами и формированию агента-потомка. Выбор генетических операторов зависит от видов взаимодействий между агентами. Генетический алгоритм играет роль координа-

тора, накладывающего ограничения на деятельность всей популяции агентов, что позволяет накапливать положительные свойства и формировать наиболее подходящие под конкретные условия структуры системы.

Пусть имеется некоторая популяция агентов (эволюционирующая многоагентная система) $EMAS = \{A_1, \dots, A_n\}$, где A_i – i -й агент. Каждый i -й агент системы характеризуется набором параметров (p_{i1}, \dots, p_{ir}) , одна часть которых передается по наследству, а другая образуется в собственной деятельности агента. Будем обозначать набор параметров, передаваемых по наследству, (a_{i1}, \dots, a_{im}) . Совокупность этих параметров образует генотип агента. В свою очередь, фенотип агента связан с определением различных правил его взаимодействия со средой.

В общем случае популяция имеет G поколений. Для каждого поколения выделяются агенты двух типов: агенты-родители A_{pi} и агенты-потомки A_{nk} . Вместе агенты-родители и агенты-потомки образуют семью. Три поколения агентов образуют минимальную единицу ЭМАС.

Каждый агент имеет свой генотип и фенотип. Будем считать, что генотип агента состоит из двух генов, которые несут информацию о состоянии самого агента и возможностях его взаимодействия с другими агентами (формирования потомка). Они характеризуются соответствующими ресурсными параметрами: общим ресурсом агента RES_g и ресурсом, используемым для рождения потомка (вкладываемым в потомка) RES_b , при этом $RES_b < RES_g$. Каждая пара родителей порождает по меньшей мере одного потомка, т. е., по сути, реализуется скрещивание:

$$evo: A_{pi} \times A_{pj} \rightarrow A_{nk},$$

где $A_{pi} \times A_{pj}$ – взаимодействие пары агентов-родителей, принадлежащих множеству родителей; A_{nk} – агент-потомок. При этом $evo \in EVO$, где EVO – множество операторов скрещивания.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 19-01-00715.

Список литературы

1. Гладков, Л. А. Решение задач поиска и оптимизации решений на основе нечетких генетических алгоритмов и многоагентных подходов / Л. А. Гладков // Известия ТРТУ. Тематический выпуск «Интеллектуальные САПР». – 2006. – № 8(63). – С. 83–88.
2. Гладков, Л. А. Дискретная математика / Л. А. Гладков, В. В. Курейчик, В. М. Курейчик. – М. : Физматлит, 2014. – 496 с.
3. Wooldridge, M. The Gaia methodology for agent-oriented analysis and design / M. Wooldridge, N. R. Jennings, D. Kinny // Autonomous Agents and

Multi-Agent Systems. – Dordrecht : Kluwer Academic Publishers, 2000. – Vol. 3. – P. 285–312.

4. Ярушкина, Н. Г. Основы теории нечетких и гибридных систем / Н. Г. Ярушкина. – М. : Финансы и статистика, 2004. – 320 с.

5. Биоинспирированные методы в оптимизации / Л. А. Гладков [и др.]. – М. : Физматлит, 2009. – 384 с.

ИНТЕГРИРОВАННЫЙ АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ ЗАДАЧ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

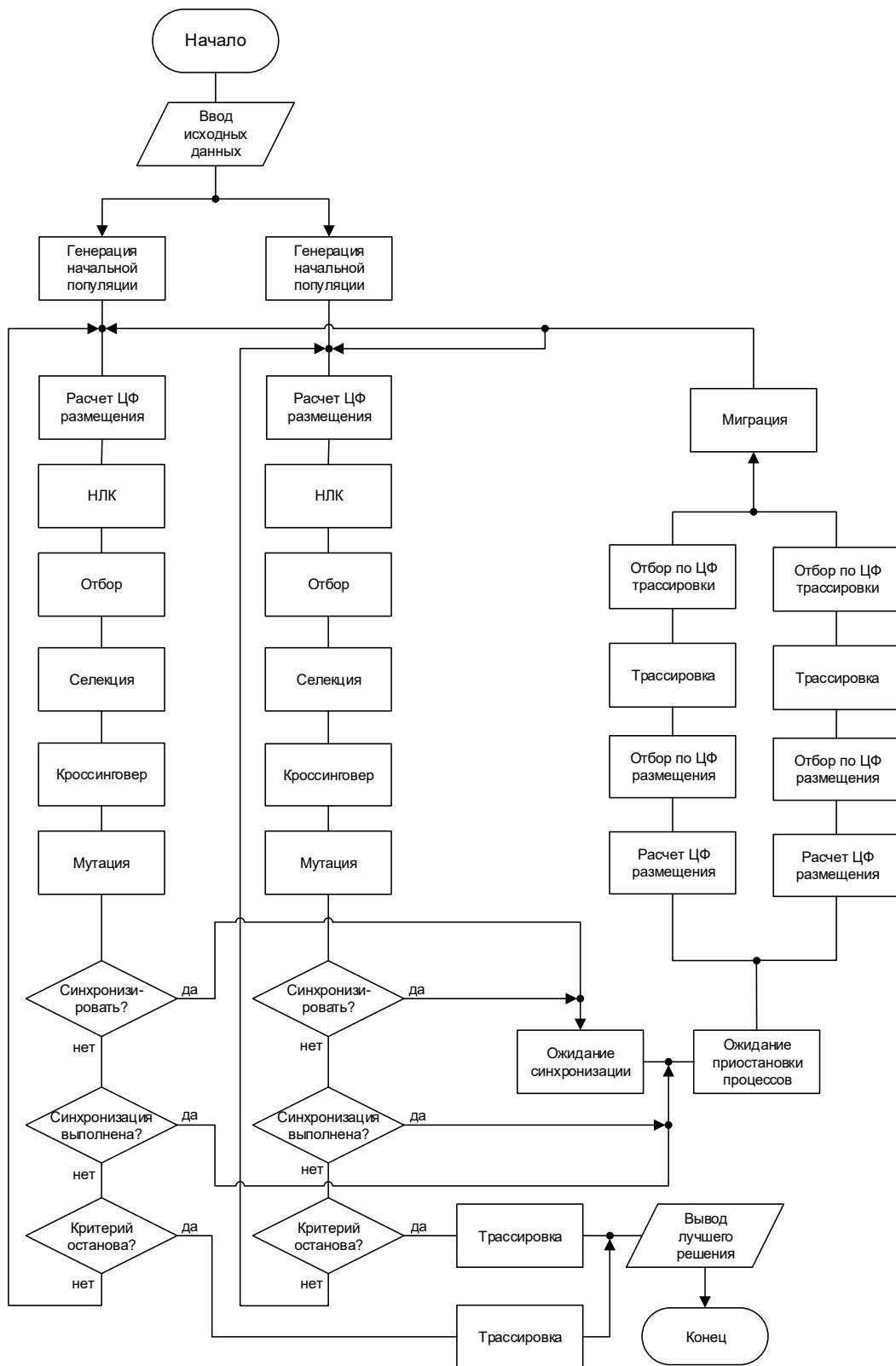
Л. А. Гладков, Н. В. Гладкова, С. Н. Лейба
Южный федеральный университет, Таганрог, Россия
e-mail: leo_gladkov@mail.ru, nadyusha.gladkova77@mail.ru,
lejba.sergej@mail.ru

Большинство оптимизационных задач, решаемых на конструкторском этапе автоматизированного проектирования электронно-вычислительной аппаратуры, требуют огромных затрат времени и вычислительных ресурсов. Это обусловлено необходимостью перебора огромного числа различных вариантов решений. Поэтому для решения таких задач разрабатываются метаэвристические алгоритмы, позволяющие находить близкие к оптимальным (квазиоптимальные) решения [1, 2].

Одним из подходов, позволяющих успешно решать задачу повышения эффективности и качества решения сложных оптимизационных задач большой размерности, является интеграция различных научных методов вычислительного интеллекта [3, 4]. Например, это искусственные нейронные сети, использующие стохастические алгоритмы для обучения модели с учителем или путем самоорганизации. Они широко применяются для обработки зашумленных цифровых данных, по которым алгоритмы обучения выстраивают однонаправленные или рекуррентные модели исследуемых процессов. Эти модели характеризуются регулярной структурой, составленной из нелинейных элементов, которые объединены разветвленной сетью линейных соединений, и часто дополняемой локальными или глобальными обратными связями.

Возможности нейронных сетей расширяются за счет применения методов, основанных на нечетких множествах и нечетком выводе. Эти методы предполагают введение оценочной функции, позволяющей практически реализовывать некоторые аспекты человеческого мышления, в частности вводить описание сложных систем с помощью переменных, значения которых определяются на интуитивном уровне. Возникающая в результате парадигма моделирования, управления, поиска и принятия решений ведет к формированию лингвистических аргументов логических функций. Такие функции, описывающие реальные объекты, могут уточняться в процессе обучения по имеющимся данным.

Другой подход состоит в формировании правил вывода непосредственно в процессе обучения. Это возможно благодаря интеграции нейронных моделей и систем, базирующихся на нечеткой логике.



Структурная схема островной модели алгоритма

Сочетание лингвистических операторов и итерационного процесса обучения приводит к появлению интеллектуальных логико-алгебраических моделей. Интеллектуальность в данном случае понимается как способность применять знания, накопленные в процессе обучения, возможность генерировать правила вывода и умение обобщать информацию.

Возможности эволюционных алгоритмов расширяются в случае организации процесса эволюции на основе принципов распределенных вычислений. Если рассматривать естественную модель взаимодействия отдельных популяций, то очевидно, что нельзя управлять одной популяцией, в которой взятая особь претендует на скрещивание с какими-либо другими партнерами в той же популяции (беспорядочное скрещивание). Напротив, вид развивается в рамках общин (подгрупп), где существует структурная близость, и склонен к воспроизведению внутри подгруппы.

Можно выделить три основных принципа организации параллельных генетических алгоритмов: глобальные однопопуляционные алгоритмы; однопопуляционные алгоритмы; многопопуляционные алгоритмы. Наибольший интерес для рассматриваемых задач представляют многопопуляционные генетические алгоритмы. Они используют несколько относительно больших подпопуляций и осуществляют обмен особей между ними на основе миграции. В процессе решения рассматривались возможности основных моделей организации параллельных вычислений: островная, буферная, клеточная. Для разрабатываемого алгоритма были выбраны островная и буферная модели организации параллельного процесса эволюции. Пример предлагаемой структуры интегрированного алгоритма показан на рисунке [5].

Для анализа эффективности разрабатываемых алгоритмов была разработана программа, проведены серии вычислительных экспериментов. Эффективность работы контроллера можно повысить путем введения блока обучения на базе нейронной сети. Определены значения, соответствующие оптимальным параметрам алгоритма.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 16-01-00627.

Список литературы

1. Гладков, Л. А. Дискретная математика / Л. А. Гладков, В. В. Курейчик, В. М. Курейчик. – М. : Физматлит, 2014. – 496 с.
2. Cohoon, J. P. Evolutionary algorithms for the physical design of VLSI circuits / J. P. Cohoon, J. Karro, J. Lienig // Advances in Evolutionary Computing: Theory and Applications. – London : Springer Verlag, 2003. – P. 683–712.

3. Биоинспирированные методы в оптимизации / Л. А. Гладков [и др.]. – М. : Физматлит, 2009. – 384 с.
4. Ярушкина, Н. Г. Основы теории нечетких и гибридных систем / Н. Г. Ярушкина. – М. : Финансы и статистика, 2004. – 320 с.
5. Гладков, Л. А. Интегрированный алгоритм решения задач размещения и трассировки на основе нечетких генетических методов / Л. А. Гладков // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2011. – № 7(120). – С. 22–30.

ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТЕЙ И ВРЕМЕНИ ПЕРЕВОЗОК ПАССАЖИРОВ В СИСТЕМЕ МЕТРО ТИПА «КРОТОВЫЕ НОРЫ». СРАВНЕНИЕ С ТРАДИЦИОННЫМИ ТРАНСПОРТНЫМИ СИСТЕМАМИ

А. А. Голодко, И. В. Бабич

Брестский государственный технический университет, Беларусь
e-mail: agolodko96@gmail.com, bilyha.ilya@mail.ru

В настоящее время проблема развития транспортной инфраструктуры больших и средних городов становится все более актуальной из-за роста площадей городов и численности их населения. На сегодняшний день современные информационно-коммуникационные технологии позволяют на базе мобильных автономных роботов разработать относительно дешевую подземную автономную транспортную систему. Именно такую транспортную систему представляет собой метро типа «Кротовые норы» [1, 2].

Целью данного исследования является подсчет и сравнение скорости и времени перевозки пассажиров разрабатываемой системы с уже существующим общественным транспортом.

Метро типа «Кротовые норы» – это совершенно новый тип полностью автоматического подземного городского общественного транспорта на базе беспилотных электрокаров (инфобусов) вместимостью до 50 человек [3–5], курсирующих в узких тоннелях неглубокого заложения и обслуживающих пассажиров по требованию.

Размеры вагонов в отличие от традиционного метро будут намного меньше. Если в обычном метро вместимость вагона 200–300 человек, то вместимость инфобуса составляет 30–50 человек.

Из-за небольших габаритов вагонов допускается небольшая глубина и ширина (3 м, 1.5 м) тоннелей метро. Прокладывать тоннели предлагается под транспортной магистралью, лишь частично урезая ее пропускную способность на время строительства. Для прокладки тоннеля достаточно занять лишь две полосы движения. Строить можно и в ночное время, в этом случае потери пропускной способности магистрали будут неощутимы. Данный факт также говорит о преимуществах разрабатываемой системы над обычным метро.

Расстояние между станциями предлагается делать 600–800 м, что увеличит их доступность из любой точки города. Станции будут оборудованы терминалами с возможностью выбора целевой остановки (рис. 1).



Рис. 1. Вход на станцию метро

Инфобусы будут двигаться в конечный пункт без остановок, так как в одном вагоне собраны пассажиры, которые едут в одну станцию назначения. Когда последний вагон поезда проезжает очередную станцию, он отделяется от состава, начинает торможение у станции и высадку пассажиров.

Создание проекта подземного метро типа «Кротовые норы» было обусловлено высокой ценой строительства обычного подземного метро, также плюсы данного проекта заключаются в том, что благодаря не столь высокой стоимости и сложности постройки данный проект может быть реализован в относительно небольшом городе с населением 300 тыс. человек.

Для проведения исследования был выбран Брест и участок протяженностью 10 км от ул. Медицинской до ул. Машерова (Брестская крепость) (рис. 2).



Рис. 2. Маршрут

Выбор данного маршрута был обусловлен несколькими причинами:

1. Участок соединяет две точки, ул. Медицинская является началом города, на ул. Машерова находятся главные достопримечательности и транспортные узлы Бреста.

2. Маршрут проложен по активно развитой дорожной магистрали, которая в самом узком месте имеет две полосы дорожного полотна в одну сторону.

3. Данные точки не соединены напрямую общественным транспортом.

После анализа городской инфраструктуры было принято решение устанавливать остановки на расстоянии 800 м. Таким образом, на участке от ул. Медицинской до ул. Машерова будет установлено 12 остановок.

Доказательством преимуществ предлагаемого проекта перед обычным метро является его скорость доставки пассажиров. Максимальная скорость метро типа «Кротовые норы» равна 200 км/ч, что превышает максимальную скорость метро для Минска в 2,5 раза.

Стандартным ускорением, которое будет незаметно для пассажира, является 1G. Этот показатель поможет достичь необходимой скорости без влияния на самочувствие пассажиров. Благодаря передвижению поезда в безвоздушном пространстве, удастся достичь ускорения, равного $9,7 \text{ м/с}^2$, что превосходит ускорение метро практически в 10 раз, метро движется с ускорением 1 м/с^2 .

Время, за которое поезд может достичь скорости 200 км/ч, равно 5,67 с. По формуле $S = at^2/2$ определим, какое расстояние пройдет поезд для развития максимальной скорости.

После расчетов получим, что расстояние равно 156,7 м. Также примем, что торможение с 200 км/ч до 0 займет 5,67 с и 156,7 м. На максимальной скорости между двумя соседними остановками поезд пройдет 485,6 м. Общее время, затраченное на прохождение между двумя самыми дальними остановками пути, равно 20,1 с. Также примем во внимание, что на посадку-высадку пассажиров уходит примерно 20 с. Всего для прохождения участка в 10 км поезду понадобится 10 мин. Данный вид общественного транспорта выигрывает по скорости даже у личного автомобиля, которому для прохождения данного участка требуется 15 мин без учета пробок. Общественному транспорту Бреста для прохождения того же участка необходимо 38 мин.

Результаты данного исследования доказали очевидную выгоду в скорости перевозки пассажиров разрабатываемого метро в сравнении с традиционным транспортом.

Список литературы

1. Шуть, В. Н. Альтернативный метро транспорт на базе мобильных роботов / В. Н. Шуть, Е. Е. Пролиско // Штучний інтелект. – 2016. – № 2(72). – С. 170–175.

2. Пролиско, Е. Е. Высокопроизводительный вид городского пассажирского транспорта на базе современных информационных технологий / Е. Е. Пролиско, В. Н. Шуть // Сб. науч. тр. по материалам Междунар. заочной науч.-практ. конф. «Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика», Воронеж, 2016 г. – Воронеж : ВГЛТУ, 2016. – Т. 4, № 5, ч. 3. – С. 336–341.

3. Shuts, V. Mobile Autonomous robots – a new type of city public transport / V. Shuts, V. Kasyanik // *Transport and Telecommunication*. – 2011. – Vol. 12, no. 4. – P. 52–60.

4. Шуть, В. Н. Высокопроизводительная система городской транспортировки пассажиров / В. Н. Шуть, Е. Е. Пролиско // *Материалы VIII украинско-польской науч.-практ. конф. «Електроніка та інформаційні технології»*. – Львов, 2016. – С. 62–64.

5. High capacity robotic urban cluster-pipeline passengers transport / L. Persia [et al.] // *Материалы Междунар. науч.-техн. конф. «Искусственный интеллект. Интеллектуальные транспортные системы (Be-Safe 2016)»*, посвященной 50-летию Брестского государственного технического университета. – Брест, 2016. – С. 62–68.

**КОМПЛЕКС ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ РАСКЛАДКИ
ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ РЕЗКИ НА МАШИНАХ ТЕРМИЧЕСКОЙ
РЕЗКИ, ГИЛЬОТИННЫХ НОЖНИЦАХ И ОТРЕЗНЫХ СТАНКАХ**

А. Г. Гривачевский¹, А. В. Барсуков², Р. Л. Кулик¹, Б. М. Штейн¹

¹ Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, Минск
e-mail: griva@newman.bas-net.by

² ОАО «Минский Агросервис», Беларусь
e-mail: raiagroserv@tut.by

Задача автоматизированного раскроя состоит в проектировании с помощью компьютерной техники схемы рационального расположения заданных деталей на заготовке (прокате, листе, полосе).

Важнейшими проблемами раскройно-заготовительного производства являются максимальное использование материалов и экономия энергозатрат на производство. Основной резерв повышения экономичности таких производств лежит в снижении отходов сырья. При этом основными критериями рациональности служит максимальное использование исходного материала и минимизация отходов, в том числе их последующее использование.

В рамках ГНТП «Интеллектуальные информационные технологии» ведется разработка комплекса программных средств автоматизированного проектирования технологических процессов раскладки деталей для резки на машинах термической резки, гильотинных ножницах и отрезных станках, который предназначается для повышения качества технических решений и снижения трудоемкости проектирования за счет внедрения информационных технологий (организации-исполнители: ОИПИ НАН Беларуси, ОАО «Минский Агросервис»).

В состав программного комплекса входят:

1. Модуль автоматизированной раскладки деталей для резки на машинах термической резки.

Разработаны следующие режимы раскладки:

- автоматический с вертикальным расположением деталей;
- автоматический с горизонтальным расположением деталей;
- раскладка в полосу с последующей автоматической раскладкой полос;
- автоматическая раскладка в соты;
- раскладка в интерактивном режиме.

2. Модуль автоматизированной раскладки деталей для резки на гильотинных ножницах.

Разработаны следующие режимы раскладки:

- автоматический с вертикальным расположением деталей;
- автоматический с горизонтальным расположением деталей;
- раскладка в интерактивном режиме.

3. Модуль автоматизированной раскладки деталей для резки на отрезных станках.

Раскрой имеющейся на предприятии групповой заготовки определенной длины на группу заготовок для отдельных деталей выполняется по принципу от большего к меньшему. Выбирается заготовка на деталь максимальной длины. Затем выбирается следующая максимальная деталь, которая может быть разложена на остатке и т. д. После автоматической раскладки пользователю предоставляется возможность откорректировать результаты раскладки в интерактивном режиме.

Модули автоматизированной раскладки включают архив изделий, архив заказов, «детали текущих заказов», «текущие заказы», базу данных.

Архив изделий модуля предназначен: для отображения состава изделий; формирования общих сведений о деталях, предназначенных для раскладки; хранения данных о принадлежности деталей к соответствующим заказам; просмотра выходной документации и карт раскроя этих заказов; передачи данных о деталях и заказах, в которых они участвуют, в архив комплекса.

Архив заказов модуля предназначен для создания заказов, просмотра результатов раскладки по заказам.

Компонент модуля «детали текущих заказов» содержит программы формирования заготовок на детали для раскладки.

«Текущие заказы» – это программы формирования заказов и раскладки.

База данных модуля представляет собой базу данных нормативно-справочной информации, которая обеспечивает формирование и ведение баз данных материалов и сортов металлов профильного металлопроката, в том числе отходов с автоматическим обновлением по результатам раскроя.

Программный комплекс обеспечивает:

- ввод информации с электронных чертежей и 3D-моделей, созданных в системе «Компас» и других системах;
- учет и использование деловых отходов;
- автоматизированный расчет коэффициента использования материала и норм расхода материалов во всех режимах построения схем раскладки;
- автоматизированное формирование выходных документов (карты раскроя, карты технологической информации и эскизов деталей);

– хранение графических результатов раскладки по видам раскроя и показателей результатов раскладки;

– возможность интеграции с графическими пакетами разных производителей.

Предлагаемый комплекс является частью комплекса для сквозного автоматизированного проектирования техпроцессов по схеме: раскрой на гильотинных ножницах, машинах термической резки и отрезных станках; холодная штамповка; механическая обработка; сварка; лакокрасочные и гальванические покрытия.

Для работы с комплексом необходим компьютер следующей конфигурации: процессор с количеством ядер не менее двух и с тактовой частотой 2,7 ГГц и выше; оперативная память (ОЗУ) объемом не менее 2 ГБ; 5 ГБ свободного места на диске; видеопамять не менее 256 МБ; принтер формата А4.

Базовое программное обеспечение: ОС Windows 7 и выше, Microsoft SQL Server, Microsoft Word, AutoCAD, КОМПАС.

Функционирует сетевая версия модуля, основанная на клиент-серверной технологии. Модуль может работать как автономно, так и в комплексе.

К ожидаемым показателям эффективности от реализации проекта следует отнести: сокращение сроков технологической подготовки производства на 45–50 %, экономию металлопроката на 10–15 %, повышение загрузки оборудования на 15–20 %.

КОНЦЕПЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ФОРМИРОВАНИЕМ ЯЗЫКОВЫХ И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ НАВЫКОВ ВЗРОСЛЫХ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

А. К. Дадыкин, А. В. Марзалиук
Международный институт дистанционного образования
БНТУ, Минск
e-mail: adadykin@bntu.by, a.marzaliuk@bntu.by

Актуальность темы определяется необходимостью создания новой подробной технологии применения наиболее эффективных методов формирования речевых навыков владения иностранным языком взрослыми [1]. Проводимые в настоящее время исследования носят междисциплинарный характер и находятся на стыке информационных коммуникационных технологий (ИКТ), системного анализа, педагогики, психологии, лингвистики и теории деятельности [2].

Авторы предлагают разработку технологии на основе новых идей для обучения. Применение современных ИКТ совместно с использованием эффективных моделей получения языковых и профессиональных навыков позволяет существенно ускорить обучение и повысить его успешность. Обеспечение такой интеграции возможно за счет совместного использования инструментов системного анализа и структурно-визуального метода (СВМ), используемых в проекте [3, 4]. Целью новой технологии является отображение реализации СВМ в высокотехнологичной образовательной среде для ускорения обретения языка взрослыми. Особенность предлагаемого подхода заключается в логической взаимосвязи всей системы, экономичности по времени усвоения материала и динамике использования языковых структур. Получение результатов должно достигаться за счет поддерживаемой не ниже критического уровня интенсивности усилий обучаемого на достаточно длительном промежутке времени (месяцы), что играет решающую роль в занятиях иностранным языком.

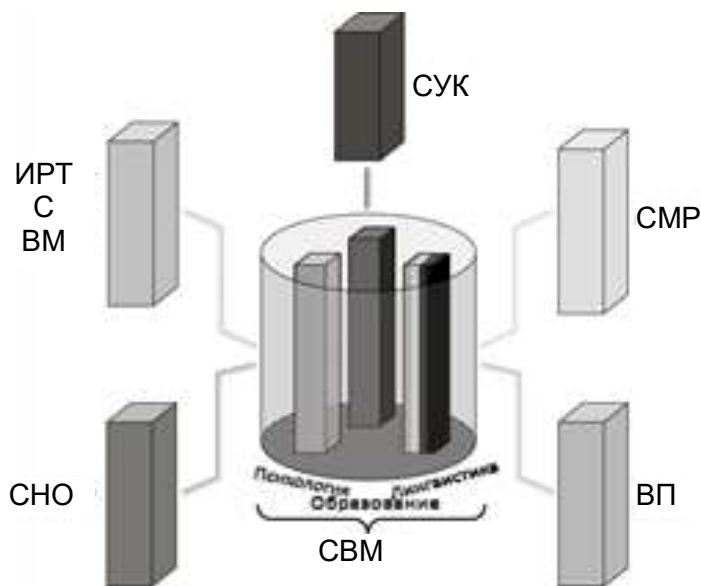
Предлагаемая к использованию система управления обучением представляет собой распределенную систему управления формированием (обретением) навыков взрослыми (СУФН). Такая инновационная система сочетает:

- методологические принципы, обоснованные в работах А. Бандуры [5] и П. Я. Гальперина [6];
- СВМ, формирующий получение синергетического эффекта как в начальной фазе освоения иностранного языка, так и на этапе «барьера преодоления»;

– использование достижений ИКТ-сферы в качестве инструмента обеспечения реализации целей обучения с непрерывным мониторингом текущего состояния и получением гарантированного результата обучения за конечное число шагов.

На рисунке представлена обобщенная структура СУФН верхнего уровня абстрагирования, где обозначены:

- система управления контентом (СУК);
- интерактивные речевые тренажеры (ИРТ), работающие с одновременным использованием визуальной лексики и визуальных моделей (ВМ) обретаемого языка;
- система распознавания и моделирования речи (СМР);
- система непрерывной оценки (СНО) текущей языковой компетенции обучаемых в сочетании с виртуальным помощником (ВП).



Обобщенная структура СУФН

В процессе работы системы проводится подробный статистический анализ результатов, отображаются динамические кривые обучения каждого взрослого обучаемого, обосновываются таблицы коэффициентов и уточняются показатели скорости формирования навыков речи [7], определяются уровни говорения от начального до уровня спонтанного говорения в соответствии со шкалой Общеввропейских компетенций владения иностранным языком (CEFR) [8].

Система обеспечивает формирование речевой зоны обретаемого языка в сознании обучаемого за счет резкого повышения эффективности упражнений с помощью трансформации грамматической информации из словесной в графическую форму, что позволяет перейти от изучения языка к его совершенствованию в процессе использования. Непрерывная оценка уровня компетентности обучаемого приводит к формированию логарифмиче-

ской зависимости кривой обучения и компенсирует предпосылки ее деградации в сторону потери ожидаемой компетентности, обеспечивая возникновение синергетического эффекта в процессе обучения.

Концептуальное решение такой системы получено [9], ее использование приведет к возникновению синергетического эффекта в процессе обучения и, как следствие, ускоренному созданию новой языковой зоны в сознании обучаемого. Реализация системы обеспечит решение задачи быстрого обучения языковым и профессиональным навыкам следующих категорий взрослых обучаемых: студентов и преподавателей при осуществлении научного и культурного обмена, беженцев и мигрантов, студентов с иероглифической системой письменности.

Список литературы

1. Камянова, Т. Г. Системный подход к изучению английского языка / Т. Г. Камянова. – М. : Эксмо, 2017. – 480 с.
2. Dadykin, A. K. The visual approach in educational projects / A. K. Dadykin, V. A. Dibrova, I. H. Tahini // International Journal of Social Science and Humanity. – 2017. – Vol. 7, no. 6. – P. 373–377.
3. Dadykin, A. K. Proposed system of new generation LMS using visual models to accelerate language acquisition / A. K. Dadykin, I. H. Tahini // Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal. – 2018. – Vol. 3, no. 5. – P. 277–287.
4. Cognitive psychology models and approaches to develop language skills / A. K. Dadykin [et al.] // International Journal of Social Science and Humanity. – 2018. – Vol. 8, no. 4. – P. 110–115.
5. Bandura, A. Social learning and personality development / A. Bandura, R. H. Walters. – N. Y. : Holt, Rinehart, & Winston, 1963. – 260 p.
6. Гальперин, П. Я. Психология мышления и учение о поэтапном формировании умственных действий / П. Я. Гальперин // Психология как объективная наука. – М. : Изд-во Института практической психологии; Воронеж : НПО Модек, 1998. – С. 272–317.
7. Варгас, Дж. Анализ деятельности учащихся. Методология повышения школьной успеваемости / Дж. Варгас. – М. : Оперант, 2015. – 480 с.
8. Council of Europe Language Policy Portal [Electronic resource]. Common European Framework of Reference for Languages: Learning, teaching, assessment (CEFR). – 2018. – P. 173–198. – Mode of access: <https://rm.coe.int/cefr-companion-volume-with-new-descriptors-2018/1680787989>. – Date of access: 30.11.2018.
9. Dadykin, A. K. Fundamentals of new effective system to accelerate language acquisition using visual approach / A. K. Dadykin, B. L. Bradbury, I. H. Tahini // International Journal of Information and Education Technology. – 2018. – Vol. 8, no. 11. – P. 768–772.

МОДЕЛИ ДАННЫХ МНОГООБЪЕКТНЫХ СИСТЕМ

В. И. Емельяненко

Белорусский государственный университет, Минск

e-mail: emelvi@bsu.by

В работе рассматривается представление результатов наблюдений за взаимодействием объектов сложных систем в виде двухслойной модели данных. В основу наблюдения положено координатное представление мультиобъектной системы (рис. 1) [1, 2].

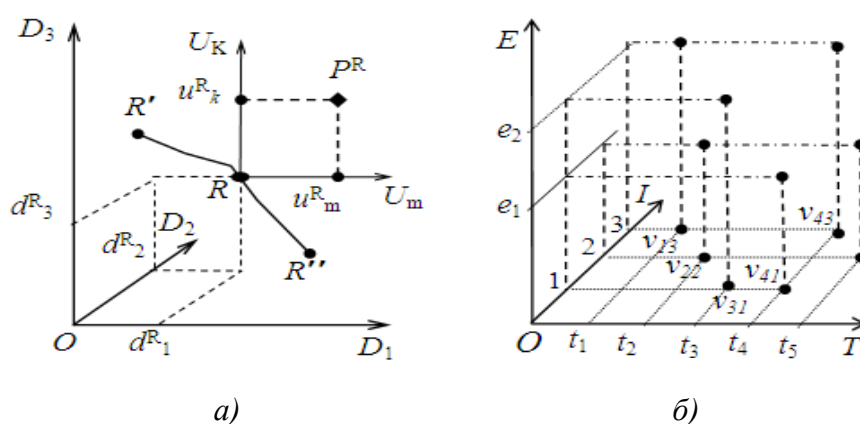


Рис. 1. Конфигурационное пространство отдельного объекта (а); 3D-пространство (б)

Идея состоит в том, что состояния объектов представляют в виде двойной системы координат. Собственно, пространство U состояний P объектов размещается в системе координат $D = \{D_1, D_2, \dots\}$ параметров наблюдений. На рис. 1, а показаны три координатных измерения D_1, D_2, D_3 , где фиксируются такие параметры наблюдений, как время, местоположение и т. п., а во внутренней системе координат $U = \{U_1, \dots, U_k, U_m, \dots\}$ фиксируются собственно значения векторов P состояний объекта. В частности, здесь представлен вектор P^R , прикрепленный к точке $R(d^R_1, d^R_2, d^R_3)$.

В то же время при организации наблюдений за системами из многих объектов предложено ввести в состав параметров наблюдения такие измерения, как T – тип, E – событие и I – экземпляр (рис. 1, б). В подпространстве TEI факты участия объектов в событиях отмечаются точками, которые указывают место прикрепления их векторов состояний при взаимодействиях. Контролируемые точки каждого из объектов (свернутые реализации состава атрибутов) будут находиться на траекториях, параллельных оси OE . В связи с этим точки объектов, участвующих в выделенном событии, размещаются в плоскости, параллельной IOT .

Таким образом, образуется тройная конструкция вложенных друг в друга координатных систем. Будем называть данную конфигурацию 3D-пространством.

В качестве формального инструмента записи наблюдений может использоваться реляционная таблица, находящаяся в первой нормальной форме (1НФ), но при разрастающихся масштабах моделируемых систем концепция «все в одном» делает традиционные базы данных крайне громоздкими [1].

Предлагаемый подход заключается в том, что в 3D-конфигурациях события следуют как слои и с каждым слоем может быть связано его табличное выражение. На рис. 2 такая ситуация представлена для нулевого слоя *IOT* и слоев событий e_1, e_2, \dots, e_k , где на каждом слое отмечается одновременно несколько объектов.

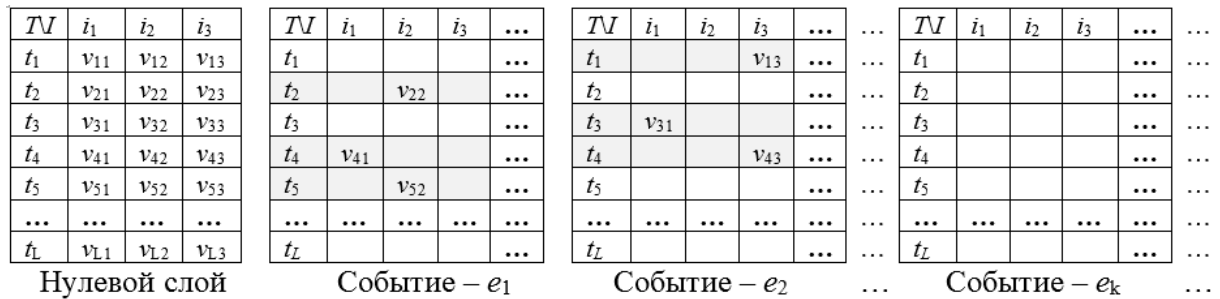


Рис. 2. Представления E, T, I 3D-системы в виде слоев

Все имеющиеся в системе объекты помечаются в нулевом слое *IOT*. Это их начальное состояние, которое задается в момент регистрации. В частности, в таблице нулевого слоя показан полный состав индивидов. На рис. 1, б для упрощения отмечены только объекты $v_{1,3}, v_{2,2}, v_{3,1}, v_{4,1}, v_{4,3}$ и $v_{5,2}$.

Далее идут слои событий в порядке их следования. Показано, что в событии e_1 участвуют индивиды $v_{2,2}, v_{4,1}$ и $v_{5,2}$, а в событии e_2 – индивиды $v_{1,3}, v_{3,1}, v_{4,3}$.

Поясним в общих чертах то, как частичные представления в виде слоев могут трансформироваться в перспективные модели.

Если самих событий $E = \{e_1, e_2, \dots\}$ может быть сколько угодно много, то число комбинаций типов, назовем их фактами $F = \{f_1, f_2, f_3, \dots, f_s\}$, будет выражаться вполне определенным числом S . В этом случае имеет место отображение элементов множества T типов на соответствующие элементы множества F фактов, что может быть выражено с помощью матрицы (рис. 3, а).

Далее вернемся к таблице нулевого слоя. Здесь регистрируются все экземпляры типов, ссылочные наименования которых вносятся в ячейки таблицы с соответствующими двойными индексами, которые и являются

их идентификаторами. Сами же экземпляры типов со своими значениями начальной регистрации в формате полей свойств на самом деле могут быть занесены в соответствующие таблицы-справочники T_{t1} , T_{t2} , T_{t3} , ..., T_{tL} базы данных (рис. 3, б).

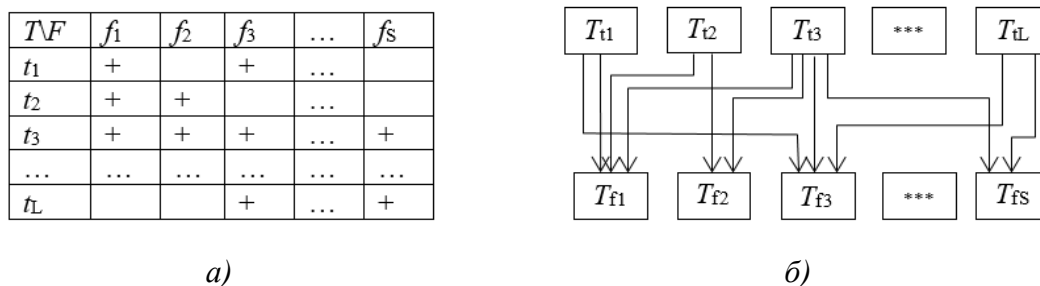


Рис. 3. Модель данных: а) матрица схемы связей; б) двухуровневая база данных

В свою очередь, для регистрации событий формируются таблицы фактов T_{f1} , T_{f2} , T_{f3} , ..., T_{fS} . В каждую таблицу фактов ведется запись о тех событиях, которые обусловлены определенной комбинацией типов, что помечено связями на рис. 3, б. Тогда представленная на рис. 3, а матрица есть формальное описание связей базы данных, содержащей два уровня таблиц: структурных типов и так называемые таблицы фактов.

Каждая из таблиц T_{t1} , T_{t2} , T_{t3} , ..., T_{tL} представляет все зарегистрированные объекты определенных типов, что соответствует содержанию таблицы нулевого слоя 3D-конфигурации.

По выразительным возможностям данная схема эквивалентна традиционным моделям данных, однако она обеспечивает достаточно высокий уровень масштабируемости за счет изначально заложенной в нее способности к разложению по различным слоям 3D-конфигурации.

Список литературы

1. Емельяненко, В. И. Трехмерные модели распределенных баз данных / В. И. Емельяненко // Материалы Междунар. конгресса по информатике: информационные системы и технологии (CSIST-2013). – Минск, 2013. – С. 178–182.
2. Емельяненко, В. И. Организационные модели событийных систем / В. И. Емельяненко // Материалы Междунар. конгресса по информатике: информационные системы и технологии (CSIST-2016). – Минск, 2016. – С. 178–182.

УМЕНЬШЕНИЕ НАГРЕВА РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ ЧИСЛЕННОЙ ОПТИМИЗАЦИЕЙ КОНСТРУКЦИИ

В. И. Журавлёв, В. С. Колбун, П. П. Стешенко
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники, Минск
e-mail: vadh@bsuir.by

В процессе проектирования конструкции методы оптимизации могут использоваться с целью изучения пространства проектирования, т. е. концептуального пространства, охватывающего диапазон значений выходных переменных проектирования. Традиционные методы, используемые в том числе и при планировании физических экспериментов, обычно исследуют противоположные экстремумы [1]. Максимизация разности входных параметров в эксперименте упрощает определение влияния входных параметров на выходные переменные, так как последние подвержены случайной и систематической экспериментальной ошибке. Это может потребовать многократного выполнения экспериментов, прежде чем будет получен статистически достоверный результат. В этой связи широкое применение получили численные эксперименты, использующие оптимизацию конструкций по нескольким параметрам в итерационном процессе.

Оптимизация численными методами. Решение оптимизационных задач с помощью численных экспериментов широко используется в автоматизации проектирования и компьютерного моделирования радиоэлектронных средств ввиду отсутствия случайных экспериментальных ошибок и экономической целесообразности [1, 2]. Однако при этом необходимо гарантировать, что изменение выходных переменных связано с физическими процессами, и минимизировать системную ошибку из-за сходимости итераций. Системная ошибка из-за неполной сходимости должна быть относительно мала. Другим источником системной ошибки является зависимость поиска решения от параметров сетки. Нецелесообразно достигать полной независимости от сетки, когда результат практически не меняется при уменьшении шага сетки.

Выбор входных параметров конструкции, используемых для оптимизации, является ключевым. Обычно заранее неизвестно, какие факторы и входные параметры важны, поэтому полезно выполнить предварительный запуск цикла итераций, чтобы получить информацию о влиянии других факторов на параметры отклика [3].

Результаты моделирования. Предлагаемый подход использован для поиска оптимальных размеров теплоотвода для конструкции, имеющей строгие ограничения по размерам. Несколько тепловыделяющих микросхем находятся на одной из печатных плат. Основной способ отвода избыточной мощности – кондуктивный, тепло передается через металлизированную область платы и далее по теплопроводящим опорам на внешний радиатор. Для расчета температур методом конечных элементов шаг сетки модели выбирался равным уменьшенной вдвое толщине теплопроводящего слоя печатной платы. В качестве целевой функции использовалась максимальная температура нагрева теплоотвода вследствие механизма теплопроводности. Оптимизируемыми проектными параметрами изначально рассматривались толщина основания теплоотвода, количество ребер, высота и толщина ребра. Выполнение предварительного цикла итераций показало, что в текущей задаче влияние количества ребер не превышает 3 %. Ограничения заданы внешние размеры теплоотвода, определяющие пространство проектирования.

Полученные результаты позволяют найти минимум целевой функции и определить оптимальные значения проектных параметров. Наибольшее влияние на достижение цели оказывают толщина ребра радиатора и высота основы теплоотвода (рис. 1). Как видно из приведенных зависимостей, влияние оптимизируемых параметров неравномерно и их варьированием можно уменьшить температуру нагретой зоны микросхемы на 12 ... 14 °С.

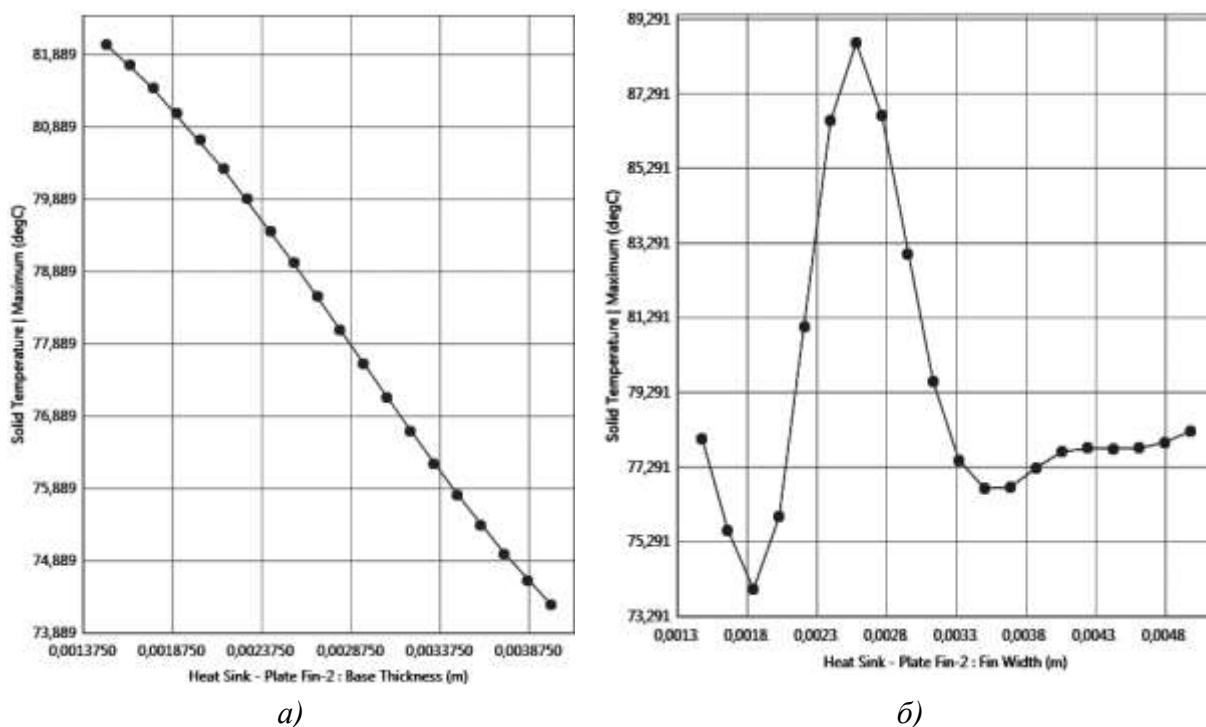


Рис. 1. Зависимость температуры нагретой зоны от толщины:
 а) основания радиатора; б) ребра радиатора

Взаимная оптимизация только данных двух проектных параметров в этом случае позволяет снизить температуру нагрева переходов микросхем, не допустить перегрева их корпусов и избежать больших градиентов в части конструкции, что достигнуто в условиях жестких размерных ограничений (рис. 2).

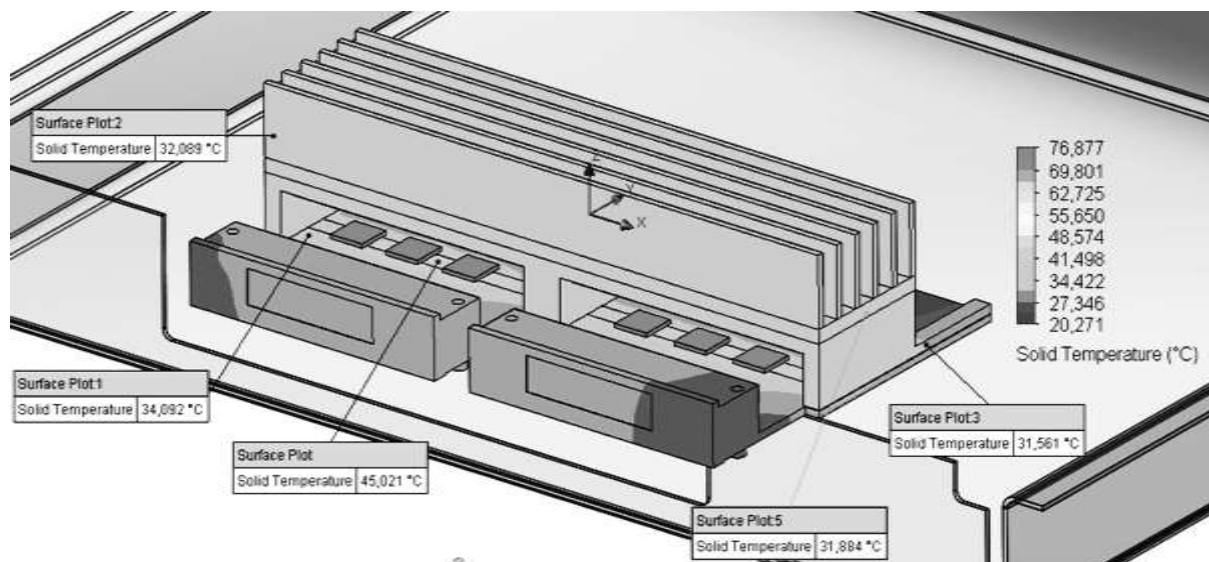


Рис. 2. Распределение тепловых полей при использовании оптимизированных параметров конструкции

Таким образом, использование численной оптимизации конструкции по предварительно отобраным двум входным параметрам позволяет определить их наилучшие значения для уменьшения разогрева электронных компонентов. В дальнейшем в рассматриваемой конструкции возможно использование оптимизации по другим проектным параметрам пространства проектирования, в котором ранее полученные параметры выступают в качестве ограничений.

Список литературы

1. Xin, Li. Statistical performance modeling and optimization / Li. Xin, Le Jiayong, T. Lawrence // *Foundations and Trends in Electronic Design Automation*. – 2007. – Vol.1, no. 2. – P. 331–480.
2. Delaram, H. Optimal thermal placement and loss estimation for power electronic modules / H. Delaram, Al. Dastfan, M. Norouzi // *IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology*. – 2018. – Vol. 8, no. 2. – P. 236–243.
3. Bornoff, R. Heat sink design optimization using the thermal bottleneck concept / R. Bornoff, B. Blackmore, J. Parry // *Proc. of the 27th IEEE SEMI-THERM Symposium*. – San Jose, 2011. – P. 76–80.

МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДИКА ПРОАКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ МОДЕРНИЗАЦИЕЙ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

В. В. Захаров

Институт информатики и автоматизации РАН, Санкт-Петербург
e-mail: valeriov@yandex.ru

Внедрение киберфизических систем (КФС) является неотъемлемой частью перехода к современным концепциям производства («умное производство», «умная фабрика») в рамках создания или модернизации производственных объектов. Технологии Интернета вещей и промышленного Интернета вещей обеспечивают связь подсистем и элементов современных предприятий Индустрии 4.0. КФС присущи следующие характеристики: вычислительный потенциал в каждом физическом компоненте системы, высокая степень автоматизации; сетевое взаимодействие; поддержка интеграции при пространственном и временном масштабировании; возможность динамической структурной реконфигурации как на информационных, так и физических уровнях. Описанные особенности открыли широкие возможности автоматизации и интеллектуализации производства продукции, ее эксплуатации и обслуживания. Дистанционное администрирование, мониторинг, диагностика, тестирование, прогнозирование состояния эксплуатируемых изделий, реконфигурация их структур в случае возникновения аварийных и нештатных ситуаций, а также отсутствия необходимых резервов – лишь малая часть направлений, обладающих потенциалом развития.

КФС – это множество взаимосвязанных структур [1]: целей, функций и задач предприятия; процессов и технологий функционирования; технической и топологической структур; организационной структуры; структуры программно-математического и информационного обеспечения. Исходя из этих особенностей можно классифицировать КФС как сложный технический объект (СТО). Задачам, возникающим в процессе функционирования данного класса объектов, свойственны: сложность, большая размерность, многоаспектность, необходимость многокритериальной оптимизации, изменчивость целей и структур объекта (структурная динамика). Модернизация предприятия (внедрение КФС) и разработка технологии проактивного планирования перехода производственного объекта к гибким, адаптивным, самоорганизующимся КФС с элементами упреждающего управления структурной динамикой возможны только на базе комплексного подхода, основывающегося на результатах, полученных на междисциплинарном уровне, иначе говоря, – на базе полимодельного описания предметной области.

На практике при синтезе управления сложными объектами необходимо учитывать ряд особенностей, связанных с внешними и внутренними воздействиями, синхронностью выполнения заданных операций и т. д. Широкое применение в данных условиях нашли логико-динамические модели, согласованность и непротиворечивость получаемых результатов которых доказаны в работе [2].

Управление и планирование функционирования КФС в ходе модернизации должны быть реализованы таким образом, чтобы, с одной стороны, поставки продукции предприятия для потребителей не уменьшались, а с другой – изменения в структуре и плане функционировании не влияли на поставщиков и работу производственных мощностей. Содержательная постановка задачи, решение которой представлено в докладе, следующая: необходимо найти такую последовательность плановых и регулирующих воздействий на параметры, элементы, объекты, подсистемы, структуры и в целом предприятие, при которой обеспечивается оптимальный переход системы из текущего в требуемое многоструктурное макросостояние [3]. Совместное решение задач планирования и управления функционированием предприятия на этапе модернизации затрагивает все основные элементы и подсистемы модернизируемой и перспективной системы. По этой причине необходимо обоснованно определять время, место и элементы (текущий и перспективный) для своевременной замены. Следует проводить оценку влияния изменений на функционирование объекта. Очевидным решением является применение показателей для оценки качества и эффективности планирования модернизации (функционирования). К таким показателям относятся: сложность взаимосвязей ранее перечисленных структур; длительность реализационного периода (время проектирования модернизации) и периода полезной жизни до следующей модернизации (время эксплуатации); эффективность управления функционированием и модернизацией (в том числе показатели обоснованности принимаемых решений); показатели доступности (суммарное время простоев по любым причинам) и живучести (структурной и технологической) в широком смысле как в номинальных условиях функционирования, так и при возникновении расчетных и нерасчетных нештатных ситуаций.

На этапе модернизации объект поэтапно (эволюционно) меняет свое состояние. Очевидно, что в этой фазе предприятие постоянно находится в неустойчивом состоянии, поскольку происходит параллельное функционирование старой и новой систем. В подобных условиях малые внутренние и внешние возмущающие воздействия могут привести к отказу системы или функциональных элементов (ФЭ). Причинами этого являются: проведение работ (обновление) ФЭ предприятия, влияние которых на всю систему и роль в отказах не определены; модернизация элементов, входящих в неотлаженные бизнес-процессы. Решение перечисленных проблем воз-

можно путем привлечения методов анализа и выявления критически важных элементов и узлов, в основе которых лежит концепция генома структуры [4].

Остановимся подробнее на показателе живучести СТО, который отражает взаимосвязи следующих свойств: надежности, гибкости и избыточности (ресурсной и функциональной). Живучесть неразрывно связана с управлением рисками и прогнозированием отказов СТО. Вопросам оценки и управления рисками посвящены многие работы. Однако прогнозированию живучести СТО в целях снижения риска отказа системы в расчетных и нерасчетных нештатных ситуациях на этапе модернизации уделено недостаточное внимание.

Перед переходом в новое состояние следует проводить оценку «перспективных структур» по указанным выше показателям и анализировать риск отказа системы. Отметим, что отказ ряда ФЭ также влияет на взаимосвязанные узлы. Для оценки живучести СТО в работе [5] предлагается ввести абсолютные показатели структурно-функциональной и структурно-технологической живучести СТО. Расчет риска отказа в денежном выражении предлагается проводить по модифицированной методике [6]. В докладе при его презентации будут приведены методология и методика расчета показателей живучести и нечеткой оценки риска отказа. Исследования, выполненные по данной тематике, проводились при частичной финансовой поддержке грантов РФФИ (№ 16-29-09482-офи-м, 17-08-00797, 17-06-00108, 17-01-00139, 17-20-01214, 17-29-07073-офи-м, 18-07-01272, 18-08-01505, 19-08-00989), Госзадания Министерства образования и науки РФ № 2.3135.2017/4.6, в рамках бюджетной темы № 0073–2019–0004 и Международного проекта ERASMUS+, Capacity building in higher education № 73751-EPP-1-2016-1-DE-EPPKA2-CBHE-JP.

Список литературы

1. MRI Servey 2015. Turning the Tide: A Wave of new Aviation Technology Will Soon Hit the MRO Industry [Electronic resource]. – 2015. – Mode of access: <https://www.oliverwyman.com/our-expertise/insights/2015/apr/mro-survey-2015.html>. – Date of access: 21.02.2019.
2. Микони, С. В. Квалиметрия моделей и полимодельных комплексов / С. В. Микони, Б. В. Соколов, Р. М. Юсупов. – М. : РАН, 2018. – 314 с.
3. Потрясаев, С. А. Комплексное моделирование сложных процессов на основе нотации BPMN / С. А. Потрясаев // Изв. вузов. Приборостроение. – 2016. – Т. 59, № 11. – С. 913–920.
4. Копытов, Е. А. New methods of calculating the Genome of structure and the failure criticality of the complex objects' elements / Е. А. Копытов,

A. N. Pavlov, V. A. Zelentsov // *Transport and Telecommunication*. – 2010. – Vol. 11(4). – P. 4–13.

5. Hybrid fuzzy-probabilistic approach to supply chain resilience assessment / A. Pavlov [et al.] // *IEEE Transactions on Engineering Management*. – 2018. – Vol. 65(2). – P. 303–315.

6. Ivanov, D. Uncertainty and risks. Chap. 2 / D. Ivanov // *Structural Dynamics and Resilience in Supply Chain Risk Management*. – London : Springer International Publishing, 2018. – P. 19–44.

КОДИРОВАНИЕ ЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ НЕАВТОРИЗОВАННОГО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Л. А. Золоторевич
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники, Минск
e-mail: zolotorevichla@bsuir.by

Наиболее сложными проблемами проектирования современных систем на кристалле, требующими разработки эффективных методов и средств, являются проблемы верификации проектов, построения тестов и создания систем контроля [1, 2]. Эти проблемы являются достаточно сложными, но естественными, они возникают непреднамеренно и должны решаться в режиме благоприятствующего проектирования. В то же время в последние годы возникла потребность в дополнительном контроле проектов с целью обнаружения последствий несанкционированного вмешательства в проекты. Целью подобного вмешательства может быть внедрение троянов, ухудшение характеристик, экономические преступления и др. Подобные действия являются преднамеренными и тщательно скрывааемыми, что ограничивает возможности существующих методов тестирования и функционального контроля СБИС. Как развитие теории контролепригодного проектирования (Design-for-Testability, DfT) в работе [3] предлагается подход к проектированию Design for-Trust – DfTr, который дополнительно включает средства для контроля и предотвращения аппаратных атак при проектировании и изготовлении СБИС.

В докладе дается сравнительный анализ методов кодирования цифровых устройств на уровне их структурного представления с целью предотвращения хищения и злонамеренного искажения проектов. Предлагается метод управляемого логического кодирования на основе использования методов и средств тестового диагностирования.

Логическое кодирование обеспечивает доступ к объекту только авторизованным пользователям [3, 4]. Данный подход предполагает сокрытие функциональности проекта на основе применения ключа, который переводит систему в область правильного функционирования. Кроме логического шифрования комбинационной схемы в литературе известен метод внедрения новых внутренних состояний в граф перехода для последовательностных устройств, но на сегодняшний день эффективность практического применения этого метода не установлена.

Подход, основанный на логическом кодировании структуры, базируется на включении в логическую сеть дополнительных вентилях, управля-

емых внешними логическими ключами, и применении обфускации структуры объекта [5]. В такой постановке, если злоумышленник не владеет ключом, то ему недоступна внутренняя реализация структуры объекта.

Важнейшая задача структурной обфускации и логического кодирования заключается в том, чтобы максимально затруднить или сделать невозможным получение правильного ключа неавторизованным пользователем.

Чтобы защитить комбинационную схему с помощью k -разрядного ключа, предлагается простая процедура, которая требует включения в схему k дополнительных вентилях [5]. Во-первых, выбираются и сопоставляются с битами $\{y\}$ ключа k линий схемы $\{w_i\}$. Каждая выбранная линия w_i отключается от приемников сигнала, а на место обрыва подключается вентиль XOR или вентиль XNOR с выходной линией связи w_i' , на которой формируется сигнал, управляющий соответствующими приемниками сигнала вентиля w_i (в докладе обсуждаются известные в литературе предложения с использованием других типов вентилях). При подключении вентиля XOR (XNOR) $w_i' = w_i \oplus y_i$ ($w_i' = w_i \bar{\oplus} y_i$), где y_i – соответствующий бит ключа. Выбор вентиля XOR или XNOR зависит от выбранного значения бита ключа: если выбранное значение $y_i = 0$, то $w_i' = w_i \oplus y_i$; если $y_i = 1$, то $w_i' = w_i \bar{\oplus} y_i$.

Таким образом, для сокрытия функциональности схемы необходимо добавить в некоторые линии схемы дополнительные элементы и определить правильный код, искажение которого выводит схему из области правильного функционирования. Основная задача, которая должна быть решена при практической реализации данной общей идеи, заключается в том, чтобы определить оптимальное множество внутренних линий схемы и количество ключевых элементов для создания максимальных трудностей злоумышленнику при поиске правильного ключа.

В работах [6, 7] для определения множества линий структуры при кодировании применяется моделирование кодируемой схемы с последовательно вносимыми неисправностями и вычисление признаков $P_i = X_i * Y_i$, характеризующих моделируемую неисправность линии с точки зрения эффективности ее выбора при кодировании схемы. Здесь X_i – количество входных наборов, которые покрывают анализируемую неисправность, Y_i – количество выходных переменных, которые искажаются при появлении данной неисправности. По результатам анализа полученных признаков определяется множество внутренних линий схемы для кодирования.

В докладе предлагается свести задачу кодирования к поиску неисправностей константного типа кодируемой структуры, обнаруживаемых на большем количестве выходных линий и на максимальном количестве входных векторов [4]. Представлен алгоритм управляемого кодирования описаний цифровых устройств комбинационного типа на структурном

уровне на основе применения средств тестового диагностирования, который по сравнению с известными в литературе требует меньших вычислительных затрат и времени и проявляет устойчивость к восстановлению правильного ключа на основе «атаки SAT» [8]. Это обусловлено тем, что ключевые входы не связаны напрямую с ключевыми вентилями, а ключевые вентили активизируются не одним ключевым входом.

Применение метода сквозного вычисления множества покрываемых неисправностей на основе моделирования исправной схемы существенно сокращает объем вычислительных процедур.

Список литературы

1. Zolotorevich, L. A. Project verification and construction of superchip tests at the RTL level / L. A. Zolotorevich // Automation and Remote Control. – NY : Plenum Press, 2013. – Vol. 74, iss. 1. – P. 113–122.
2. Zolotorevich, L. A. Development of tests for VLSI circuit testability at the upper design levels / L. A. Zolotorevich, A. V. Il'inkova // Automation and Remote Control. – NY : Plenum Press, 2010. – Vol. 71, iss. 9. – P. 1888–1898.
3. Security analysis of integrated circuit camouflaging / J. Rajendran [et al.] // ACM SIGSAC Conf. on Computer & Communications Security. – Germany, Berlin, 2013. – P. 709–720.
4. Золоторевич, Л. А. Модели неисправностей при верификации проектов и контроле цифровых систем / Л. А. Золоторевич // Компьютерные науки и информационные технологии : материалы Междунар. науч. конф. – Саратов : Изд. центр «Наука», 2018. – С. 160–163.
5. Roy, J. A. EPIC: Ending Piracy of Integrated Circuits / J. A. Roy, F. Koushanfar, I. L. Markov // IEEE Computer. – 2010. – Vol. 43, no. 10. – P. 30–387.
6. Chakraborty, R. S. Security against hardware Trojan through a novel application of design obfuscation / R. S. Chakraborty, S. Bhunia // IEEE/ACM Intern. Conf. on Computer-Aided Design. – San Jose, 2009. – P. 113–116.
7. Weighted logic locking: a new approach for IC piracy protection / N. Karousos [et al.] // IEEE 23rd Intern. Symp. on On-Line Testing and Robust System Design (IOLTS). – Thessaloniki, 2017. – P. 221–226.
8. On improving the security of logic locking / M. Yasin [et al.] // IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems. – 2016. – Vol. 35, no. 9. – P. 1411–1424.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ НЕПРЕРЫВНОГО СЛИТКА НА ОСНОВЕ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

А. А. Иванова¹, Д. Е. Иванов²

¹Институт прикладной математики и механики, Донецк, Украина
e-mail: ivanova.iamm@mail.ru

²Институт прикладной математики и механики НАНУ,
Славянск, Украина

Использование математической модели температурного поля непрерывного слитка в контуре системы автоматического управления (САУ) предполагает скорость расчетов по модели как минимум в режиме реального времени. В случае же выбора прогнозного управления скорость расчетов должна быть в несколько раз быстрее режима реального времени [1].

Математическая модель учитывает зависимость теплофизических характеристик металла от температуры: конвективно-кондуктивный перенос тепла в слитке и теплообмен внутри стенок кристаллизатора описываются нелинейными нестационарными уравнениями в частных производных [2]. Для части слитка, находящейся внутри кристаллизатора, заданы граничные условия, соответствующие характеру теплообмена при разливе под шлаком и наличии между поверхностью слитка и стенкой кристаллизатора зазора, заполненного частично шлаковым гарнисажем, частично – газом. Для всех дифференциальных уравнений заданы необходимые условия однозначности (граничные и начальные условия).

Уравнение конвективно-кондуктивного переноса тепла для слитка имеет вид

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} + v(\tau) \frac{\partial T}{\partial z} = \frac{1}{c(T)\rho(T)} \cdot \left\{ \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda(T) \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda(T) \frac{\partial T}{\partial z} \right) \right\}, \quad (1)$$

где τ – время; $T = T(\tau, x, z)$ – температура; $v(\tau)$ – скорость движения слитка; $c(T)$ – удельная теплоемкость; $\rho(T)$ – плотность; $\lambda(T)$ – теплопроводность разливаемого металла.

Положение границы раздела фаз $x = \xi(z)$ определяется из условия равенства температур и условия Стефана:

$$T(x, z)|_{\xi_+} = T(x, z)|_{\xi_-} = T_{кр}, \quad (2)$$

$$\lambda(T) \frac{\partial T}{\partial n} \Big|_{\xi_-} - \lambda(T) \frac{\partial T}{\partial n} \Big|_{\xi_+} = \mu \rho_{кр} \left(v(\tau) \cdot \frac{\partial \xi}{\partial z} + \frac{\partial \xi}{\partial \tau} \right),$$

где \bar{n} – нормаль к поверхности раздела фаз; μ – скрытая теплота кристаллизации; $T_{кр}$ – температура кристаллизации (средняя из интервала ликвидус – солидус); ξ – граница раздела фаз. Граничные условия в зоне вторичного охлаждения учитывают сложный механизм теплоотвода за счет конвекции и излучения:

$$-\lambda(T) \frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{x=l} = \alpha(G_m(\tau), z) \cdot (T_{I_m} - T|_{x=l}) + C_m (T_{I_m}^4 - (T|_{x=l})^4), \quad (3)$$

где $\alpha(G_m(\tau), z)$, C_m и T_{I_m} – коэффициент теплоотдачи на поверхности слитка, приведенный коэффициент излучения на поверхности слитка и температура окружающей среды в m -й секции зоны вторичного охлаждения соответственно; l – полутолщина слитка, $x=l$ – точка на поверхности слитка; $G_m(\tau)$ – расход воды в m -й секции. Заданы начальные условия для поля температур и положения границы фазового перехода.

Нелинейная краевая задача решается методом конечных разностей. Весь процесс состоит из итераций по времени $t, t+1, \dots$ определения значений температур для моделируемой области. В свою очередь, каждая такая итерация делится на два последовательных шага:

1. Вычисление значений для времени t в регулярных (не прилегающих непосредственно к неизвестной границе) узлах разностной сетки.
2. Вычисление значений температуры в нерегулярных узлах и определение положения неизвестной границы путем решения системы нелинейных уравнений.

Распараллеливание возможно в двух направлениях. Для первого шага рассчитываются значения в регулярных узлах по явной схеме, что делает возможным параллельное вычисление во всех точках. Поэтому в качестве техники параллелизации применяется многопоточное программирование для многоядерных процессоров, которое не предполагает внутренней синхронизации процессов и обмена данными между ними. Число параллельных потоков, при котором достигается максимальное ускорение вычислений, определяется экспериментально. Для решения системы нелинейных алгебраических уравнений существует большое число параллельных библиотек для различных аппаратных платформ и может быть выбрана та, которая соответствует аппаратной платформе САУ.

Список литературы

1. Ivanova, A. A. Predictive control of water discharge in the secondary cooling zone of a continuous caster / A. A. Ivanova // Metallurgist. – 2013. – Vol. 57, iss. 7–8. – P. 592–599.

2. Ivanova, A. A. Criteria of the quality of the temperature field of a continuous-cast ingot / A. A. Ivanova // Metallurgist. – 2012. – Vol. 55, iss. 9–10. – P. 710–719.

3. Ivanov, D. E. Analytical evaluation of the scalability of parallel fault simulation methods for digital devices / D. E. Ivanov // Bulletin of Khmelnytsky National University. Engineering. – 2014. – Vol. 3(213). – P. 103–109.

ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ФИЛЬТРАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

А. В. Инютин

Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, Минск
e-mail: avin@lsi.bas-net.by

Как правило, на исходном изображении в системах технического зрения присутствует шум, обусловленный процессами, происходящими в матрице прибора с зарядовой связью, а также пылью и другими загрязнениями объекта съемки [1]. Удаление шума осуществляется на этапе модулей предварительной обработки, после чего выполняются поиск и классификация дефектов, принимается решение о качестве объекта контроля.

Использование мягкой математической морфологии дает возможность настройки процесса удаления шума путем выбора параметров фильтров [2]. Предлагается оценивать эффективность морфологических фильтров с различными параметрами с помощью коэффициента качества Q . Для вычисления коэффициента набор исследуемых фильтров с различными их параметрами применяется к набору тестовых изображений, затем проводятся поиск и классификация дефектов, в зависимости от которых вычисляется коэффициент Q .

В процессе оценки эффективности были исследованы фильтры с 168 вариантами их параметров:

– морфологические отмыкание и замыкание, последовательные OpenClose- и CloseOpen-фильтры со структурирующими элементами в виде квадрата и ромба размерами от 2×2 до 5×5 пикселей [3];

– аналогичные операции мягкой морфологии, а также мягкая эрозия и дилатация, которые при определенных параметрах могут удалять шум с изображения без искажения размеров. Значение порога фильтра задавалось от одного до половины количества пикселей структурирующего элемента, количество итераций фильтра – от одного до трех.

В качестве исходных данных использовался набор из трех изображений печатной платы размерами от 640×480 до 1280×960 пикселей с различной минимальной шириной дорожки и синтезированным шумом. С точки зрения контроля топологии печатной платы привнесение шума на изображения выразилось в образовании таких дефектов, как выступы (недотравы), вырывы (каверны или перетравы), островки и проколы. На всех изображениях присутствовали обрывы и короткие замыкания различного размера (размер минимальной ширины дефекта – от одного до трех пикселей). Пример исходного изображения приведен на рис. 1. После фильтрации проводились

поиск дефектов методом сравнения с эталоном и классификация найденных дефектов по шести классам, таким как выступы, вырывы, обрывы, короткие замыкания, островки и проколы.

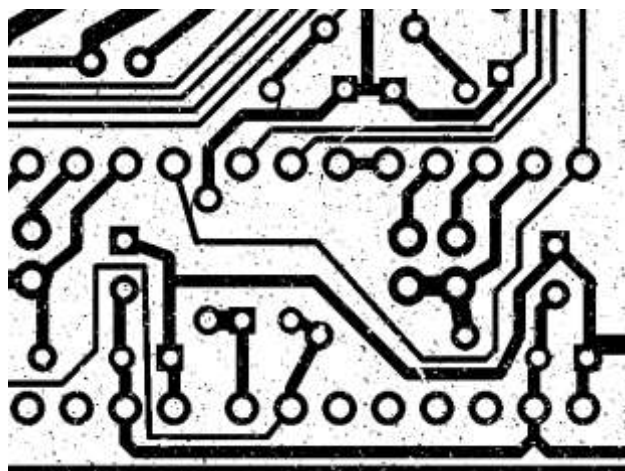


Рис. 1. Изображение фрагмента печатной платы для определения параметров фильтрации

Первый вариант оценки фильтрации основан на критерии минимального количества шума, который остается на изображении после фильтрации. Следовательно, для оценки требуется вычислить среднее отношение площади шума S_{noise} на изображении, оставшегося после применения фильтра, к площади изображения S_{img} для всего набора тестовых изображений:

$$Q1 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{S_{noise\ j}}{S_{img\ j}}. \quad (1)$$

В S_{noise} учитывается и оставшийся шум, и изменения формы элементов топологии в процессе фильтрации. Чем меньше значение $Q1$, тем лучше фильтр удаляет шум с изображения.

Лучший по данному критерию фильтр – это двукратно примененная операция SoftOpenClose со структурирующим элементом в виде ромба размером 3×3 пиксела и порогом фильтрации, равным единице.

Критерий минимального количества шума после фильтрации с учетом времени работы фильтра можно использовать, если кроме хорошего подавления шума требуется и высокая скорость работы фильтра. Добавив в оценку фильтра $Q1$ его условную вычислительную сложность, можно вычислить оценку данного фильтра с учетом времени его работы $Q2$:

$$Q2 = i \times Cd \times Q1, \quad (2)$$

где i – количество итераций фильтра; Cd – его условная вычислительная сложность, равная произведению высоты и ширины структурирующего элемента (или их сумме для квадратных структурирующих элементов в

операциях классической математической морфологии). Чем меньше значение Q_2 , тем лучше фильтр удаляет шум с изображения с учетом времени его работы.

Лучшие результаты фильтра с учетом времени его работы имеют простые однократные операции мягкой эрозии и дилатации с квадратным структурирующим элементом размером 3×3 пиксела и порогом 4. Операции мягкой эрозии и дилатации при данных размерах порога уже могут удалять шум с изображения за один проход с минимальными изменениями формы элементов изображения. Двукратное применение этих операций уменьшает остаточный шум на изображении в 1,6 раза.

Применение площадных фильтров может привести к образованию коротких замыканий и обрывов на изображении топологии. Коэффициенты Q_1 и Q_2 не учитывают искажения топологии (связей между элементами), которые вносит фильтр. Для оценки фильтрации топологических изображений предлагается использовать критерий минимального искажения топологии Q_3 , который, например, может вычисляться по формуле

$$Q_3 = Q_2 + Nt.err, \quad (3)$$

где $Nt.err$ – количество коротких замыканий и обрывов, появившихся в процессе удаления шума.

Чем меньше значение Q_3 , тем лучше фильтр удаляет шум с изображения с минимальным количеством привносимых искажений топологии.

Для более точного выбора настроек параметров фильтрации предлагается использовать интегральный критерий эффективности фильтра Q , который имеет вид

$$Q = k_1 \times Q_1 + k_2 \times Q_2 + k_3 \times Nt.err, \quad (4)$$

где k_1 , k_2 и k_3 – коэффициенты для задания веса критериев минимального количества шума после фильтрации, минимального количества шума после фильтрации с учетом времени работы фильтра и минимального искажения топологии соответственно.



Рис. 2. Интегральный коэффициент оценки фильтрации Qpr

Чем меньше значение Q , тем эффективнее фильтр удаляет шум с изображения за минимальное время и с минимальным количеством привносимых искажений топологии. Например, для выбора эффективного фильтра, который не привносит искажения в топологию изображения и скорость работы которого не имеет принципиального значения, Q_{pr} можно определить, как

$$Q_{pr} = Q_1 + 0,1 \times Q_2 + Nt.err. \quad (5)$$

Значения интегрального коэффициента Q_{pr} , выраженного по формуле (5), для всех протестированных фильтров приведены на рис. 2.

Исходя из интегрального критерия эффективности Q_{pr} , оптимальным будет фильтр, основанный на однократном использовании операции Soft-Erode со структурирующим элементом в форме ромба размером 3×3 пиксела и порогом 2. Пример работы такого фильтра приведен на рис. 3.

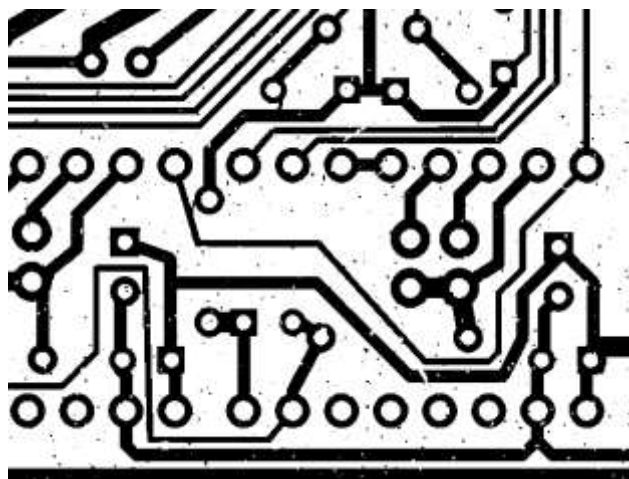


Рис. 3. Результат работы фильтра

После фильтрации на изображении осталось еще много импульсного шума, но использование площадных фильтров для его удаления нарушит связи между дорожками, что недопустимо для задачи контроля топологии на изображении слоев печатных плат.

Список литературы

1. Гонсалес, Р. Мир цифровой обработки. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М. : Техносфера, 2005. – 660 с.
2. Инютин, А. В. Фильтрация изображений с использованием операций мягкой морфологии / А. В. Инютин // Искусственный интеллект. – 2007. – № 3. – С. 217–228.
3. Serra, J. Image analysis and Mathematical Morphology / J. Serra. – N. Y. : Academic Press, 1982. – 610 p.

ПЛАНИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ В БЕЛОРУССКОЙ ОБУВНОЙ КОМПАНИИ

И. К. Каипов¹, Т. К. Немытов²

¹Белорусский государственный университет, Минск

e-mail: kaipov1995@gmail.com

²Molde University College, Молде, Норвегия

e-mail: nemytov.t@gmail.com

Авторы настоящей работы решают прикладную задачу оптимизации планирования распределения и производства продукции для белорусской компании BELWEST. Компания производит различные виды обуви для всех сезонов, а также сумки. BELWEST сегодня – высокотехнологичное предприятие полного цикла. Это одно из крупнейших белорусско-российских обувных предприятий, успешно развивающееся в течение 28 лет. Компания работает в тандеме с наукой: внедряет инновационные технологии в производство, дизайнеры сотрудничают с итальянскими дизайн-студиями, компания в курсе мировых тенденций. BELWEST имеет собственное производство в Витебске, которое выпускает более 2,5 миллионов пар мужской, женской и детской обуви и 400 тысяч сумок в год. Компания также покупает более 1,5 миллионов пар обуви у итальянских, испанских и португальских производителей и доставляет их на склады в Витебске для дальнейшего распределения в магазины для продажи. Компания имеет собственную сеть магазинов по продаже товаров в Беларуси и России. Поскольку открываются новые магазины, некоторые из старых закрываются; в среднем компания имеет около 400 магазинов по всей Беларуси и России. География магазинов в России – от Калининграда до Улан-Удэ, от Сочи до Новосибирска. В компании работает около 2500 человек.

Для производства, хранения и доставки товаров в магазины у компании есть несколько производственных цехов, два склада и автопарк. На первый склад обувь поступает с производства, затем некоторое время там хранится, после этого товары отправляются для доставки в магазины. На этом же складе хранится обувь, которая возвращалась из магазинов, потому что она не была продана в течение сезона. Также на первом складе осуществляется обработка заказов из интернет-магазина. В настоящее время количество заказов в день не превышает 120. Каждый заказ обрабатывается около 10 мин, но в будущем такое время обработки заказа может стать проблемой. По оценкам авторов, в сентябре 2019 г. количество заказов в день будет составлять около 1000. Это количество заказов из интернет-магазина необходимо учитывать при решении задачи планирования

распределения. Площадь склада составляет около 8000 квадратных метров. На втором складе осуществляются прием и отгрузка импортной обуви в магазины. Также на этом складе хранится часть обуви, которая возвращается из магазинов. Площадь второго склада тоже около 8000 квадратных метров. Оба склада имеют стеллажи и адресное хранилище.

Описание задачи можно разделить на две подзадачи: планирование распределения и планирование производства.

Следует отметить, что площадь магазинов ограничена, поэтому заказывать товар на три месяца вперед невозможно, так как товар в магазине не помещается. Вторая причина регулярных и частых поставок – пополнение. Некоторые модели обуви продаются гораздо быстрее, чем другие, и поэтому их необходимо часто пополнять в магазине. Чтобы решить эту подзадачу, нужен анализ рынка, определение горизонта планирования и т. д. Также необходимо огромное количество данных для кластеризации магазинов, прогнозирования продаж, моделирования спроса и т. д.

Спрос со временем меняется, поэтому предложение товаров должно меняться с учетом динамического потребления. В некоторых регионах поставки консолидированы, а в некоторых осуществляются прямые поставки. Все написанное выше требует научных методов в следующих областях: маршрутизация транспортных средств, управление запасами, интеграция маршрутизации производства и распределения, прогноз продаж.

При построении научного подхода к планированию распределения компания использует принцип семи R [1]: правильный продукт, правильное количество, правильное качество, правильное место, правильное время, правильные затраты, правильные клиенты.

Чтобы выполнить вышеперечисленные принципы, нужно знать спрос в магазинах на товары. Также имеет смысл объединить магазины в кластере по крайней мере по таким атрибутам, как географическое положение и спрос. Для каждого кластера магазинов должен быть график распределения товаров. Соответственно для каждого кластера будет свое время поставки товара.

Цель состоит в том, чтобы смоделировать будущий спрос в каждом магазине и разработать инструмент принятия решений для планирования поставок в нужное время, в нужном месте и количестве при минимальных затратах.

Для кластеризации магазинов компания применяет наиболее популярный алгоритм кластеризации k -средних с использованием инфраструктуры Spark, которая позволяет распараллелить алгоритм и ускорить обработку массивных наборов данных [2]. Подход применения алгоритма k -средних, рассмотренный в [2], полезен также с точки зрения кластеризации типов обуви.

Ни один прогностический алгоритм не даст хорошего результата без качественного набора данных для обучения алгоритму. Для прогностических алгоритмов с учителем необходимы два набора данных: обучение и тестирование. В обучающем наборе данных алгоритм обучается, а в тестовом наборе данных проверяется его работа.

Наиболее популярными алгоритмами прогнозирования являются XGBoost, линейная регрессия и Random Forest Regression. По результатам исследования наилучшую точность показал XGBoost.

Существуют прогностические алгоритмы, основанные на временных рядах: модели ARIMA и ARFIMA. В последнее время стало привычным использовать нейронные сети для прогнозирования продаж.

Изучив литературу по прогнозированию продаж, в компании пришли к выводу, что прогностических алгоритмов много, но наиболее важным фактором их точности является правильный и полный набор данных без пропущенных значений и выбросов.

Список литературы

1. Gleissner, H. The Principles of logistics / H. Gleissner, J. C. Femerling // Logistics. – 2005. – No. 3. – P. 3–18.
2. Huang, Q. Research on retailer data clustering algorithm based on spark / Q. Huang, F. Zhou // Modern Retailing. – 2015. – No. 5. – P. 6–18.

АЛГОРИТМ ДИЗЬЮНКТИВНО-КОНЬЮНКТИВНЫХ РАЗЛОЖЕНИЙ СИСТЕМ ПОЛНОСТЬЮ ОПРЕДЕЛЕННЫХ БУЛЕВЫХ ФУНКЦИЙ

С. Н. Кардаш

Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, Минск
e-mail: gold@newman.bas-net.by

В работе [1] предложен алгоритм построения дизъюнктивно-конъюнктивных разложений систем полностью определенных булевых функций. В работе [2] показано, что применение дизъюнктивно-конъюнктивных разложений при синтезе нерегулярных логических схем из библиотечных КМОП-элементов на этапе многоуровневой оптимизации в большинстве рассматривавшихся случаев привело к получению более эффективных схемных решений.

Основное отличие предлагаемого алгоритма от рассмотренного в [1] состоит в том, что компоненты связности отыскиваются не для пар функций, а для их подмножеств возможно большей размерности.

Идея алгоритма состоит в формировании подсистем функций для системы из m функций, зависящих от n переменных, для каждой из которых (подсистем) проводится дизъюнктивное либо конъюнктивное разложение. Функции, не вошедшие в подсистемы, образуют подсистему «остаток».

Пусть заданы параметры связности ρ^1 (связность по областям единичных значений функций), ρ^0 (связность по областям нулевых значений функций) в процентах к общему числу наборов булева пространства. Функции системы, конъюнкция всех столбцов значений которых имеет вес не ниже $w = \lfloor \rho^1 \times 2^n \rfloor$ ($\lfloor a \rfloor$ – ближайшее сверху целое к a), будем называть w -совместимыми.

Функцию будем называть w -совместимой с подсистемой, если конъюнкция ее столбца значений с конъюнкцией всех столбцов значений подсистемы имеет вес не ниже $w = \lfloor \rho^1 \times 2^n \rfloor$.

Шаг 1. Оценивается связность «по единицам» и «по нулям» столбцов значений функций и инверсий функций системы. Каждая из функций f^i рассматривается как в прямой f^i , так и инверсной \bar{f}^i форме. Перебираются $C_{2m}^2 - m$, $m > 1$, всевозможных неупорядоченных пар функций текущей системы (пары $\{f^i, f^i\}$, $\{\bar{f}^i, \bar{f}^i\}$, $\{f^i, \bar{f}^i\}$ не рассматриваются).

Шаг 2. Формирование первой подсистемы. Первую пару образуют функции с максимальным значением ρ^1 , если таких несколько – выбирается первая из них. Выбранные функции помечаются.

Затем происходит процесс наращивания множества функций подсистемы. На каждом шаге последовательно перебираются непомеченные функции и в подсистему добавляется первая функция (либо ее инверсия), не нарушающая условия w -совместимости.

Процесс добавления прекращается, если среди непомеченных не осталось w -совместимых функций. Полученная подсистема имеет не менее $\rho^1 \times 2^n$ наборов, на которых все функции подсистемы имеют единичное значение. Для полученной подсистемы проводится дизъюнктивное разложение. Частичные функции (остатки, входящие в дизъюнктивное разложение подсистемы) отдельно минимизируются в классе ДНФ по критерию «число литералов».

Шаг 3. Формирование второй подсистемы. Из исходной системы удаляются помеченные функции. Для оставшихся функций находится подсистема для конъюнктивного разложения. Процесс аналогичен шагу 2 с заменой критерия $\rho^1 \times 2^n$ на $\rho^0 \times 2^n$.

Шаг 4. Если среди оставшихся пар максимальную связность имеет пара по «нулям», то в данную пару добавляются функции для конъюнктивного разложения. Процесс добавления прекращается, если нельзя добавить функцию без нарушения ограничения ρ^0 . Для данной подсистемы проводится конъюнктивное разложение. Частичные функции минимизируются в классе ДНФ отдельно.

Шаг 5 (итеративный). Такой процесс формирования подсистем продолжается до тех пор, пока все функции (либо их инверсии) не будут размещены по подсистемам, либо когда останутся пары, не удовлетворяющие связности ни по ρ^1 , ни по ρ^0 . Оставшиеся функции образуют подсистему «остаток».

Рассмотрим пример. Пусть исходная система СДНФ булевых функций f^1, f^2, f^3 представлена в табл. 1 и $\rho^1 = 35\%$. Для рассматриваемого примера это означает, что $w = 6$. В соответствии с алгоритмом компонентами связности являются наборы 0001, 0011, 0101, 1001, 1010, 1011. После минимизации это множество будет задавать область единичных значений полностью определенной функции $h^{1,2,3}$. Сложность $S(D)$ ДНФ будем подсчитывать так же, как и в работе [1].

В результате представим функции f^1, f^2, f^3 в виде дизъюнктивных разложений: $f^1(x) = h^{1,2,3}(x) \vee D^{f^1_{ost}}$, $f^2(x) = \neg(h^{1,2,3}(x) \vee D^{f^2_{ost}})$, $f^3(x) = \neg(h^{1,2,3}(x) \vee D^{f^3_{ost}})$. Все участвующие в разложении функции приведены в табл. 2.

Таблица 1

Система полностью определенных булевых функций
и функции разложения

$x_1 x_2 x_3 x_4$	$f^1 f^2 f^3$	\bar{f}^1	\bar{f}^2	\bar{f}^3	$h^{1,2,3}$	$D^{f_{ost}^1}$	$D^{f_{ost}^2}$	$D^{f_{ost}^3}$
0 0 0 0	0 1 1	1	0	0	0	0	0	0
0 0 0 1	1 0 0	0	1	1	1	-	-	-
0 0 1 0	1 1 0	0	0	1	0	1	0	0
0 0 1 1	1 0 0	0	1	1	1	-	-	-
0 1 0 0	0 1 1	1	0	0	0	0	0	0
0 1 0 1	1 0 0	0	1	1	1	-	-	-
0 1 1 0	0 1 1	1	0	0	0	0	0	0
0 1 1 1	1 1 0	0	0	1	0	1	0	1
1 0 0 0	0 1 1	1	0	0	0	0	0	0
1 0 0 1	1 0 0	0	1	1	1	-	-	-
1 0 1 0	1 0 0	0	1	1	1	-	-	-
1 0 1 1	1 0 0	0	1	1	1	-	-	-
1 1 0 0	0 1 1	1	0	0	0	0	0	0
1 1 0 1	1 1 1	0	0	0	0	1	0	0
1 1 1 0	0 0 1	1	1	0	0	0	1	0
1 1 1 1	1 1 0	0	0	1	0	1	0	1

Таблица 2

Полностью определенные функции разложения и оценки их сложности

	$h^{1,2,3}$	$D^{f_{ost}^1}$	$D^{f_{ost}^2}$	$D^{f_{ost}^3}$
	$x_1 x_2 x_3 x_4$	$x_1 x_2 x_3 x_4$	$x_1 x_2 x_3 x_4$	$x_1 x_2 x_3 x_4$
ДНФ	0 - 0 1 1 0 1 - - 0 - 1	0 0 1 0 1 1 - 1 - 1 1 1	1 1 1 0	- 1 1 1
$S(D)$	11	13	5	4

Список литературы

1. Бибило, П. Н. Дизъюнктивно-конъюнктивные разложения систем полностью определенных булевых функций / П. Н. Бибило, С. Н. Кардаш / Докл. Восьмой Междунар. науч. конф. «Танаевские чтения», 27–30 марта 2018 г. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2018 г. – С. 28–32.
2. Кардаш, С. Н. Экспериментальное исследование алгоритмов дизъюнктивно-конъюнктивного разложения систем полностью определенных булевых функций / С. Н. Кардаш / Тр. междунар. науч. конф. «Информационные технологии и системы 2018», 25 октября 2018 г., Минск. – Минск : БГУИР, 2018. – С. 160–161.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ПУТЕМ РАЗБИЕНИЯ НА БЛОКИ

Н. А. Кириенко

Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, Минск
e-mail: kir@newman.bas-net.by

Оптимизационные преобразования логической схемы обычно выполняются перед этапом синтеза схемы из элементов целевой технологической библиотеки [1]. Применяются различные методы оптимизации схем и оценивается их эффективность.

Основной идеей подхода является использование для оптимизации сочетания процедур логической оптимизации схемы и разбиения схемы на блоки. В качестве средства логической оптимизации выбрана процедура BDD-оптимизации функционального описания систем полностью определенных булевых функций с минимизацией числа коэффициентов разложения Шеннона с точностью до инверсий [2]. Перед выполнением процедуры BDD-оптимизации схема подвергается процедуре разбиения на блоки [3], которая позволяет понизить размерность задачи для оптимизационных преобразований (что хорошо сказывается на времени выполнения), а также получить функциональные описания, схемная реализация которых даст лучшие схемы.

В настоящем исследовании используются четыре процедуры разбиения. Все они основаны на алгоритме группирования уравнений системы, тесно связанных по входам или выходам [3]. Каждая подсистема (блок) должна удовлетворять заданному ограничению на число входных и выходных переменных. При завершении построения уравнения каждого блока подвергаются процедуре ликвидации внутренних переменных, что позволяет значительно сократить число переменных в многоуровневом представлении систем булевых функций.

Исследование проведено на примерах из известной серии для оценки алгоритмов [4]. Для каждого примера синтезировалась схема в базисе библиотеки проектирования КМОП-элементов с помощью промышленной системы синтеза LeonardoSpectrum [5]. После завершения синтеза система LeonardoSpectrum позволяет оценить параметры полученной схемы: площадь кристалла (схемы), которая выражается в числе транзисторов синтезированного описания, и количество базовых ячеек. В настоящем эксперименте рассматривается только один из них – площадь схемы.

В процессе исследования для каждого примера построены шесть вариантов схемы с помощью синтезатора LeonardoSpectrum. Варианты различаются использованием различных процедур разбиения схем, выпол-

ненных перед этапами оптимизации и синтеза. Так, в двух вариантах отсутствуют процедуры разбиения, а в четырех задействованы различные процедуры разбиения логических схем на блоки.

Результаты исследования представлены в таблице. Для каждой схемы представлены ее параметры: n , m – числа входных и выходных переменных и значения площадей $S1$, $S2$, $S3$, $S4$, $S5$, $S6$ (по числу транзисторов) по разным вариантам синтеза.

Эффективность различных методов оптимизации при синтезе логических схем

Пример	Параметры схемы	Синтез по исходному описанию	Синтез с оптимизацией BDD	Синтез схемы, полученной путем разбиения на блоки и BDD-оптимизации блоков			
				Процедура part1	Процедура part1ob	Процедура partopt без элиминации	Процедура partopt с элиминацией
	n , m	Площадь схемы (по числу транзисторов)					
		S1	S2	S3	S4	S5	S6
Арехб	135, 94	1830	2110	1816	1854	1862	1858
C8	28, 18	312	324	310	312	320	316
Cht	47, 36	680	670	656	666	668	668
Count	35, 168	256	256	256	256	256	256
Dalu	75, 16	1834	1396	2070	2172	1876	1886
X3	135, 99	3462	3788	3446	3048	3514	3342
term1	34, 10	1044	3086	1034	882	908	1090
x4	94, 71	1544	2892	1424	1408	1528	1488
cordic	23, 2	140	138	140	140	140	140
ttt2	24, 21	698	766	654	652	666	658
example2	85, 63	850	996	836	818	848	826
Лучших решений по площади		-	2	3	5	-	-

Для получения сравнительной оценки получены варианты решений без разбиения схемы на блоки:

1. Исходная схема синтезировалась без предварительной оптимизации. Площадь полученной схемы $S1$.

2. Исходная схема синтезировалась с предварительной оптимизацией с помощью процедуры BDD-оптимизации. Площадь полученной схемы $S2$.

Для оценки эффективности процедуры разбиения получены следующие варианты синтезированной схемы:

1. Процедура part1 выполняла построение блоков, наполняя их уравнениями в произвольном порядке (например, в порядке следования в исходном описании). Далее выполнялись BDD-оптимизация каждого блока, процедура устранения иерархии описания и синтез. Площадь полученной схемы $S3$.

2. Процедура `partioб` выполняла построение разбиения на k блоков, наполняя их уравнениями в произвольном порядке. Далее выполнялись BDD-оптимизация каждого блока, процедура устранения иерархии описания и синтез. Площадь полученной схемы S_4 .

3. Процедура `partopt_w` выполняла построение блоков, наполняя их уравнениями, связанными между собой «по входам» или «по выходам». Далее выполнялись BDD-оптимизация каждого блока, процедура устранения иерархии описания и синтез. Площадь полученной схемы S_5 .

4. Процедура `partopt` выполняла построение блоков, наполняя их уравнениями, связанными между собой «по входам» или «по выходам». Для каждого блока выполнялась процедура ликвидации внутренних переменных (элиминации) в полученной системе булевых уравнений. Далее выполнялись BDD-оптимизация каждого блока, процедура устранения иерархии описания и синтез. Площадь полученной схемы S_6 .

Процедуры разбиения улучшают площадь синтезированных схем в восьми случаях из одиннадцати. В двух случаях лучшее решение получено при применении BDD-оптимизации к исходной схеме без использования процедуры разбиения на блоки. Проведенное исследование показало, что процедуры разбиения схемы на блоки позволяют в большинстве случаев повысить эффективность выполнения дальнейших оптимизационных преобразований схемы, а также сократить время выполнения процедур оптимизации.

Список литературы

1. Брейтон, Р. К. Синтез многоуровневых комбинационных логических схем / Р. К. Брейтон, Г. Д. Хэттел, А. Л. Санджованни-Винчензелли // ТИИЭР. – 1990. – Т. 78, № 2. – С. 38–83.

2. Бибило, П. Н. Использование полиномов Жегалкина при минимизации многоуровневых представлений систем булевых функций на основе разложения Шеннона / П. Н. Бибило, Ю. Ю. Ланкевич // Программная инженерия. – 2017. – № 3. – С. 369–384.

3. Бибило, П. Н. Оптимизационные преобразования логической схемы на основе блочного разбиения / П. Н. Бибило, Н. А. Кириенко // Информатика. – 2009. – № 3(23). – С. 5–15.

4. Jeong, C. Computer-Aided Design of Digital Systems / C. Jeong // Department of Computer Science [Electronic resource]. – Mode of access : <http://www1.cs.columbia.edu/~cs6861/sis/espressoexamples/ex>. – Date of access: 18.02.2019.

5. Бибило, П. Н. Системы проектирования интегральных схем на основе языка VHDL. StateCAD, ModelSim, LeonardoSpectrum / П. Н. Бибило. – М. : СОЛОН-Пресс, 2005. – 384 с.

РЕАЛИЗАЦИЯ СТЕГАНОГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА В АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ПОТОКАХ ФАЙЛОВОЙ СИСТЕМЫ NTFS

М. В. Колмаков, Е. А. Блинова

Белорусский государственный технологический университет, Минск

Одним из решений проблемы скрытой передачи информации является применение цифровых стеганографических методов. В настоящее время актуальна задача поиска новых типов контейнеров, пригодных для стеганографического встраивания информации, и методов их использования. В качестве контейнера скрытых сообщений предлагается использовать альтернативные потоки данных, доступные в файловой системе NTFS (New Technology File System). Передача данных в альтернативных потоках без потерь затруднительна, для решения этой проблемы предусмотрена архивация данных в специальные форматы.

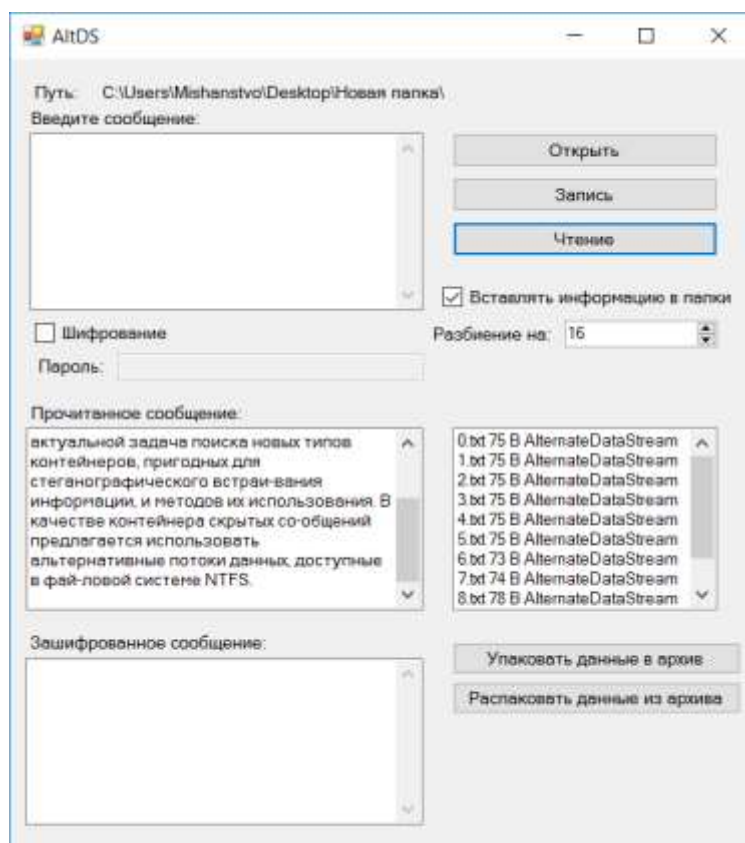
Стеганография – это наука, изучающая способы скрытой передачи информации путем скрытия самого факта передачи. С изобретением цифровых способов реализации алгоритмов, применяемых в стеганографии, ее развитие вышло на существенно новый уровень. Зачастую стеганографические методы применяются в комплексе с криптографическими, т. е. в стеганографические контейнеры осаждаются уже зашифрованные данные.

NTFS – стандартная файловая система для семейства операционных систем (ОС) Windows компании Microsoft. NTFS поддерживает хранение метаданных и разграничение прав доступа к данным для различных пользователей и групп. В файловой системе NTFS файл, кроме основных данных, также может быть связан с одним или несколькими дополнительными (альтернативными) потоками данных, причем произвольного размера. В альтернативных потоках могут храниться такие атрибуты, как сведения об авторе, названии и иконке файла, а также подробная информация о происхождении загруженных файлов. ОС Windows позволяют получать доступ к альтернативным потокам данных, однако большинство программ их игнорируют.

Авторами разработано программное средство и выполнена адаптация стеганографического метода на основе альтернативных потоков в файловой системе NTFS. В качестве стеганоконтейнера может выступать папка в ОС на основе файловой системы NTFS, содержащая любое количество файлов. Данные будут разбиваться на части и записываться в альтернативные потоки к файлам [1]. Для разработки программного средства выбран язык программирования C# с использованием Win-API-функций. Для работы с альтернативными потоками была выбрана библиотека Trinet.Core.IO.Ntfs, так

как стандартные средства в C# не поддерживают работу с альтернативными потоками. Дополнительно данные могут быть зашифрованы, для расшифровки потребуется пароль. Кроме того, вставка сообщения в альтернативные потоки может осуществляться с разбиением на отдельные блоки и при последующем извлечении информация будет объединена в одно сообщение в правильной последовательности [2].

На рисунке изображено основное окно программного средства AltDS. При работе пользователь первоначально выбирает папку с файлами, куда будет выполнено осаждение информации. Далее пользователь выбирает, на сколько частей разбивать секретное сообщение, их должно быть не более чем количество файлов в папке. Имеется возможность использовать папки как контейнеры. Преимуществом папок является то, что при вставке скрытых данных их размер никак не меняется. При выборе директории, в которую необходимо вставить скрытую информацию, она проверяется на наличие файлов и папок. Если окажется, что директория пуста, то будет ошибка, так как нечего осаждать информацией. В программе отображается размер каждого потока и указывается, сколько было использовано потоков.



Главное окно программы

Пользователь может ввести любое сообщение, которое он хочет вводить в электронный файл-контейнер, длина сообщения не ограничена. Есть

возможность дополнительного выбора предварительного криптопреобразования сообщения с последующим хешированием зашифрованного сообщения. После всех операций программа создает альтернативные потоки к выбранным файлам и записывает в них части сообщения.

При считывании сообщения идет проверка на наличие альтернативных потоков, и при наличии в них данных секретная информация может быть извлечена. Если она была предварительно зашифрована, то при извлечении из контейнера нужно ввести пароль.

Стоит отметить, что при переносе файлов в другие файловые системы, отличные от NTFS, скрытая информация полностью теряется. Чтобы перенести данные без потерь, их нужно упаковать в специальный архив, который поддерживает потоки файловой системы NTFS. Для архивации используются архивы Windows Imaging Format (wim), это файл-ориентированный формат образа диска. Формат был разработан компанией Microsoft для развертывания последних релизов ОС семейства Windows. Затем архив .wim упаковывается в .7z – свободный формат сжатия данных, поддерживающий несколько различных алгоритмов сжатия и шифрования данных, так как .wim не поддерживает сжатие. Извлечение данных происходит в обратном порядке: сначала извлекается архив .7z, после этого .wim, программное средство делает это все автоматически.

Проведен анализ целостности файлов с осажженной информацией после переноса их между различными файловыми системами. Разработано программное средство и выполнена адаптация стеганографического метода на основе альтернативных потоков в файловой системе NTFS. В качестве стеганоcontainers может выступать папка в ОС на основе файловой системы NTFS, содержащая любое количество файлов и папок.

Список литературы

1. Github [Electronic resource] – 2018. – Mode of access: https://github.com/mis-hanstvo/AltDS_Steganography. – Date of access: 01.02.2019.

2. Колмаков, М. В. Особенности применения стеганографических методов в альтернативных потоках файловой системы NTFS / М. В. Колмаков, Е. А. Блинова // Материалы 69 науч.-техн. конф. учащихся, студентов и магистрантов. – Минск, 2018. – С. 9–13.

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА НЕСУЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ ГРУЗОВОГО ВАГОНА

Е. Н. Коновалов, А. В. Путято

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель

e-mail: konovalov@bsut.by

Одной из основных задач при проектировании новых конструкций железнодорожных вагонов является оценка их ресурса. С этой целью выполняется комплекс расчетов и испытаний несущих конструкций, результаты которых являются основой оценки ресурса. В то же время после истечения срока службы, назначенного заводом-изготовителем, несущие конструкции многих моделей вагонов находятся в удовлетворительном состоянии, о чем свидетельствуют результаты обследования их технического состояния. Для установления возможности дальнейшей безопасной эксплуатации вагонов после длительной эксплуатации проводится комплекс мероприятий по установлению остаточного ресурса их несущих конструкций. Процедура оценки ресурса базируется на расчетно-экспериментальной методике, описанной в [1]. Для сокращения времени расчета остаточного ресурса на основе результатов испытаний целесообразной является автоматизация разработанной расчетно-экспериментальной методики, что и является целью настоящей работы.

Испытания несущей конструкции вагона выполняются в соответствии с требованиями ГОСТ 33788-2016. При этом рассматриваются три вида нагружения конструкции вагона: режим «сброс с клиньев», имитирующий колебания вагона при движении по участку пути; режим соударения вагонов и режим загрузки и разгрузки вагона. При режиме «сброс с клиньев» вагон накатывается на клинья, расположенные под колесами, и далее «сбрасывается» с них, в результате чего выполняется регистрация динамических напряжений в контрольных областях несущей конструкции (посредством тензометрирования), а также определяется коэффициент вертикальной динамики. При режиме соударения вагонов выполняется ударное нагружение испытуемого вагона посредством наката и последующего удара в него вагоном-бойком. При этом выполняется регистрация сил соударения вагонов с использованием тензометрической автосцепки, а также запись изменения динамических напряжений в контрольных зонах несущей конструкции вагона. При режиме загрузки и разгрузки вагона также выполняется регистрация изменения напряжений в контрольных зонах конструкции.

Оценка остаточного ресурса выполняется по следующей формуле:

$$T_k = \frac{\left(\frac{\sigma_{a,N}}{[n]} \right)^m \cdot N_0}{N_{c1} \cdot \sum_i (\sigma_{ai}^I)^m \cdot P_i^I + N_{c2} \cdot \sum_j (\sigma_{aj}^{II})^m \cdot P_j^{II} + N_{c3} \cdot \sum_k (\sigma_{ak}^{III})^m \cdot P_k^{III}},$$

где $\sigma_{a,N}$ – предел выносливости (по амплитуде) для контрольной зоны при симметричном цикле и установившемся режиме нагружения при базовом числе циклов $N_0 = 10^7$,

$$\sigma_{a,N} = \bar{\sigma}_{a,N} (1 - z_p \nu_{\sigma_{a,N}}),$$

$\bar{\sigma}_{a,N}$ – медианное значение предела выносливости контрольной зоны;

$$\bar{\sigma}_{a,N} = \frac{\bar{\sigma}_{-1}}{(\bar{k}_\sigma)_k},$$

$\bar{\sigma}_{-1}$ – среднее значение предела выносливости гладкого стандартного образца из материала при симметричном цикле изгиба на базе 10^7 ; $(\bar{k}_\sigma)_k$ – среднее значение общего коэффициента снижения предела выносливости в выбранной контрольной зоне по отношению к пределу выносливости гладкого стандартного образца; z_p – квантиль распределения $\sigma_{a,N}$, соответствующий односторонней вероятности 95 %; $\nu_{\sigma_{a,N}}$ – коэффициент вариации предела выносливости материала; $[n]$ – минимально допустимый коэффициент запаса сопротивления усталости для выбранной зоны вагона; m – показатель степени в уравнении кривой усталости; N_{c1}, N_{c2}, N_{c3} – числа циклов за один год эксплуатации для каждой из эксплуатационных нагрузок соответственно; $\sigma_{ai}^I, \sigma_{aj}^{II}, \sigma_{ak}^{III}$ – амплитуды динамических напряжений, приведенные к симметричному циклу для различных эксплуатационных нагрузок и их диапазонов; $P_i^I, P_j^{II}, P_k^{III}$ – вероятности действия уровня амплитуд $\sigma_{ai}^I, \sigma_{aj}^{II}, \sigma_{ak}^{III}$.

Автоматизация расчета реализована в компьютерной программе, разработанной в среде Visual Basic for Applications в EXCEL. Она позволяет программно получить значения повреждаемостей для различных режимов эксплуатации, а также значение остаточного ресурса контрольной зоны несущей конструкции вагона. Программа включает пять этапов. На этапе 1 пользователь выполняет ввод общих исходных данных, характерных для данного типа вагона и контрольной области его конструкции, ресурс кото-

рой определяется: среднесуточный груженный пробег вагона, среднетехническую скорость вагона, количество дней эксплуатации в году, статический прогиб рессорного подвешивания, предел выносливости материала контрольной области конструкции, коэффициент снижения предела выносливости контрольной области конструкции, предел прочности материала контрольной области конструкции, значение допустимого коэффициента запаса усталостной прочности. На этапе 2 выполняется расчет повреждающего воздействия на контрольную область при действии вертикальных нагрузок, возникающих в результате вертикальных колебаний вагона при движении по рельсовой колее. На этом этапе предусмотрены окна для ввода значений максимального и минимального напряжений цикла, возникающих в контрольной области конструкции, а также коэффициента вертикальной динамики вагона, которые получены экспериментальным путем при режиме «сброс вагона с клиньев». Расчет повреждающего воздействия на контрольную область при действии продольных нагрузок, возникающих в результате соударения вагонов в процессе эксплуатации, выполняется на этапе 3. В программном поле предусмотрены окна для ввода амплитудных значений напряжений цикла в контрольной области конструкции при различных значениях силы соударения вагонов. На этапе 4 выполняется расчет повреждающего воздействия на контрольную область при действии нагрузок, возникающих в результате загрузки и разгрузки вагона в процессе эксплуатации. Этап 5 является заключительным и предусматривает расчет остаточного ресурса контрольной области несущей конструкции грузового вагона. На рисунке показаны фрагменты экранной копии программы при реализации этапов 1 и 5.



Фрагменты экранной копии программы

Список литературы

1. Путьято, А. В. Прогнозирование остаточного ресурса вагона хоппердозатора после длительной эксплуатации с учетом фактических физико-механических характеристик материала несущей конструкции / А. В. Путьято, Е. Н. Коновалов, П. М. Афанаськов // Механика машин, механизмов и материалов. – 2016. – № 1(34). – С. 26–35.

ВЕБ-ПОРТФОЛИО КАК СРЕДСТВО АКТИВИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ В ВУЗЕ И ДОСТИЖЕНИЯ УСПЕХА В БУДУЩЕЙ ПРОФЕССИИ

Е. В. Кофанова

Национальный технический университет Украины «Киевский
политехнический институт имени Игоря Сикорского»
e-mail: alexina555@gmail.com

Переориентация современного общества, в том числе и высшего образования, на использование информационных технологий, а также интерес к получению новых знаний на протяжении всей жизни привели к тому, что при подготовке будущих специалистов особое внимание уделяется использованию в учебном процессе современных компьютерных технологий. Познавательная деятельность студентов стимулируется их познавательной активностью, которая трактуется как состояние готовности человека к познавательной деятельности и включает такие компоненты, как стимулирующе-мотивационный, интеллектуальный, эмоционально-волевой и процессуальный [1, с. 329].

В свою очередь, важность и необходимость обеспечения мотивационного компонента познавательной деятельности учеников отмечали Я. А. Коменский, Н. Ф. Талызина, П. Я. Гальперин и др. Согласно закону Йеркса – Додсона эффективность любой деятельности человека зависит от уровня его мотивации, однако прямо пропорциональная зависимость сохраняется лишь до определенного момента – так называемого оптимума [2, 3]. Сегодня известно и разрабатывается много разных теорий мотивации обучения, в частности теория инстинктов, теория потребностей, гуманистические и когнитивные теории, а также деятельностный подход [4–6]. При этом исследования показывают, что познавательная деятельность студентов обусловлена многими мотивами, среди которых, например, основу мотивации могут составлять потребности, интересы, убеждения, эмоции, социальные установки, ценности, идеалы личности, а на их успеваемость влияет не только сила мотивации, но и ее структура [4, 7]. Следует отметить, что мотивация к познавательной деятельности может быть не только положительная, но и отрицательная.

Мотивацию к определенному виду деятельности можно охарактеризовать с помощью количественных показателей (сильная или слабая мотивация) или на основе качественных характеристик (например, внутренние и/или внешние мотивы). Педагоги уверены, что при наличии высокого уровня положительной учебно-познавательной мотивации она может в определенной степени скомпенсировать нехватку природных способностей ученика и даже недостающие знания [2, 5].

Негативное отношение к учебе возникает, как правило, при отсутствии ощущения успеха. С точки зрения психологии успех определяется как удовлетворение личности в связи с осознанием ею соотношения между полученным результатом деятельности и запланированным или предполагаемым [8]. При этом педагогическая технология «Создание ситуации успеха» основывается на личностно ориентированном подходе к обучению. Однако ситуация успеха может быть реализована только в том случае, если сам студент определяет полученный результат как успех, а для достижения успеха необходимо приложить определенные усилия, проявить старательность и настойчивость в овладении знаниями.

Среди основных способов создания позитивной мотивации студентов наиболее действенными, по мнению автора, являются обоснование значимости изучаемого учебного материала, демонстрация его практического значения; привлечение познавательных примеров из жизни; создание ситуации успеха, демонстрация далеких и ближайших перспектив использования полученных знаний в учебе, в профессиональной карьере и т. д.; использование информационно-коммуникационных технологий (ИКТ): мультимедийных презентаций, электронных портфолио и др.

Портфолио широко применяют в мировой практике как инструмент самооценки и рефлексии ученика, причем идея технологии предусматривает смещение акцентов с процесса фиксирования ошибок на выявление и поощрение успехов и достижений в учебе [9]. Он позволяет, во-первых, проследить индивидуальный прогресс студента при его обучении в вузе и, во-вторых, оценить его успехи не только по различным дисциплинам, но и по разделам курсов, определенным циклам и т. д. Применяемые в институте цифровые портфолио (веб-портфолио) являются наиболее мобильными и удобными для внесения изменений, улучшения качества, а также позволяют творчески подойти к их оформлению, используя неограниченные возможности ИКТ, в том числе и интернета. С целью повышения активности учебно-познавательной деятельности студентов-экологов при изучении химических и родственных профессиональных дисциплин им было предложено разработать личные и групповые портфолио, в которых предполагалось разместить не только учебные материалы, но и их внеучебные достижения. Как ни странно, именно последняя составляющая вызвала наибольший интерес студентов, придав их портфолио неповторимость и индивидуальную значимость. В частности, многие студенты включили в портфолио темы и аннотации выполненных проектных и научно-исследовательских работ, материалы докладов на конференциях, сведения об участии в конкурсах и т. д. При этом преподавателями двигало не столько желание проследить динамику изменений в подготовке студентов, сколько стремление заинтересовать их учебно-познавательной деятельностью, повысить мотивацию к обучению, создать ситуации успеха.

Как показало исследование, не все студенты вторых–пятых курсов смогли справиться с таким заданием. Наиболее творчески оформили свои

портфолио студенты четвертых и пятых курсов, сделав ударение именно на своих увлечениях, учебных и внеучебных достижениях. Портфолио же студентов первых и вторых курсов оказались как бы «формальными», содержащими в основном результаты их учебной деятельности. Это обусловлено, по мнению авторов, и недостаточными навыками использования ИКТ студентами младших курсов, и трудностями с адаптацией к обучению в техническом вузе, и в какой-то степени нежеланием «выделяться», продемонстрировать свои успехи другим.

Созданные студентами портфолио сопровождают их от курса к курсу, дополняясь новыми материалами, достижениями, успехами, постепенно превращаясь в портфолио будущего специалиста. Таким образом, технология веб-портфолио не только оказалась эффективной формой представления учебных и научных результатов студентов-экологов, но и позволила решить такие педагогические задачи, как стимулирование учебной мотивации, поощрение активности, самостоятельности и творческого подхода к оформлению результатов своей деятельности, расширение возможностей обучения и самообучения, формирование умения планировать и организовывать индивидуальную траекторию учебной деятельности. При этом наиболее полно реализуются концепции личностно ориентированного, а также дифференцированного обучения, хотя, конечно, все еще остается нерешенной проблема обеспечения достоверности имеющихся в веб-портфолио материалов.

Список литературы

1. Степанов, О. М. Основы психології і педагогії : навч. посіб. / О. М. Степанов, М. М. Фіцула. – 2-ге вид., випр. і доп. – Київ : Академвидав, 2006. – 520 с.
2. Бордовская, Н. В. Педагогика : учебник для вузов / Н. В. Бордовская, А. А. Реан. – СПб. : Питер, 2000. – 304 с.
3. Фресс, П. Оптимум мотивации / П. Фресс, Ж. Пиаже // Экспериментальная психология ; под ред. П. Фресса, Ж. Пиаже. – М. : Прогресс, 1975. – Вып. 5. – С. 119–125.
4. Ильин, Е. П. Мотивация и мотивы / Е. П. Ильин. – СПб. : Питер, 2006. – 512 с.
5. Рубинштейн, С. Л. Основы общей психологии / С. Л. Рубинштейн. – СПб. : Питер, 2000. – 712 с.
6. Хекхаузен, Х. Мотивация и деятельность / Х. Хекхаузен ; под ред. Д. А. Леонтьева, Б. М. Величковского. – 2-е изд. – СПб. : Питер-пресс; М. : Смысл, 2003. – 864 с.
7. Маркова, А. К. Формирование мотивации учения : книга для учителя / А. К. Маркова, Т. А. Матис, А. Б. Орлов. – М. : Просвещение, 1990. – 192 с.
8. Белкин, А. С. Ситуация успеха. Как ее создать: книга для учителя / А. С. Белкин. – М. : Просвещение, 1991. – 176 с.
9. Новикова, Т. Зарубежный опыт использования портфолио / Т. Новикова // Народное образование. – 2005. – № 9. – С. 151–154.

ГЕНЕРАЦИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АДАПТИВНОЙ ДОРОЖНОЙ РАЗМЕТКИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ НА ПЕРЕКРЕСТКЕ

Р. В. Крейдич

Брестский государственный технический университет, Беларусь

В настоящее время в крупных городах широко распространена проблема «заторов» – затруднения движения транспортных средств на перекрестках. Данная проблема часто возникает в утренние и вечерние часы, когда плотность дорожного трафика в одном или нескольких направлениях увеличивается. Для уменьшения заторов на перекрестке в это время можно воздействовать на несколько факторов, например на циклы светофорных фаз. С помощью такого воздействия можно разгрузить наиболее загруженную часть перекрестка, увеличив время длительности зеленого сигнала для данной части перекрестка [1, 2]. Кроме того, можно также воздействовать на дорожную разметку. Зачастую плотность трафика увеличивается только в одном направлении, например при повороте направо, тогда как соседняя полоса, с которой разрешено движение только прямо, практически пустует. В описанной ситуации, если позволяет количество полос, можно задействовать такую полосу для поворота направо, что увеличит пропускную способность перекрестка в целом.

Цель исследования: генерация и математическое описание всех возможных вариантов адаптивной дорожной разметки с последующим выводом алгоритма нахождения оптимальной дорожной разметки из сгенерированной выборки.

Адаптивная дорожная разметка может быть представлена несколькими вариантами:

1. Электронные табло в виде знаков, указывающих направление движения, которые расположены как прямо на перекрестке, так и на подъезде к нему для обеспечения возможности перестроения водителей при смене разметки.

2. Специальное дорожное покрытие с электронными световыми панелями, которые заменят собой нанесенные краской стрелки направления движения.

Время действия разметки разбивается на временные промежутки, равные продолжительности функционирования одного светофорного цикла. Для выбора оптимальной дорожной разметки в каждый следующий временной интервал анализируются данные с видеокамер и/или датчиков транспортных средств для вычисления степени загруженности отдельно взятого направления движения. После анализа выполняется подбор опти-

мальной разметки, основываясь на вычислении максимальной пропускной способности каждого отдельного варианта разметки.

Для автоматической генерации всех вариантов дорожной разметки рассмотрим перекресток на двумерной координатной плоскости (x, y) . Плоскость будет содержать два типа точек: точки направлений и точки исходных полос, для которых и генерируется разметка. Две точки (по одной каждого типа) на данной плоскости будут отображать математическое обозначение отдельного направления движения (из какой полосы в каком направлении). Посредством комбинаторики генерируются все возможные сочетания точек из точек направлений и точек полос. Общее число сгенерированных вариантов зависит от количества полос и направлений и может быть вычислено по формуле

$$\sum_{i=1}^n C_n^i * m = \left(\frac{n!}{(n-1)!*1!} + \frac{n!}{(n-2)!*2!} + \dots + \frac{n!}{(n-(n-1))!*(n-1)!} + \frac{n!}{(n-n)!*n!} \right) * m,$$

где n – количество направлений, m – количество полос, $i = \overline{1, n}$.

Далее сгенерированное множество вариантов дорожной разметки фильтруется, т. е. отсекаются невозможные варианты дорожных разметок. Отдельный вариант разметки для нескольких полос считается валидным, если ни одна из линий одной полосы на координатной плоскости не пересекает какую-либо из линий других полос.

Оставшееся множество валидных дорожных разметок описывается математически. Для нахождения коэффициента пропускной способности отдельной разметки введем индекс, обозначающий номер полосы на дороге: $i = \overline{1, m}$, где m – число всех полос. Нумерация начинается с правой полосы. Также введем константный индекс j , который может принимать только три значения: 1 – направо, 2 – прямо, 3 – налево. Для обозначения движения с i -й полосы в j -м направлении вводится вектор \vec{P}_{ij} . Обозначим пропускную способность i -й полосы $P_i = 1$. Тогда пропускная способность $P_{ij} = \frac{P_i}{j}$, где \bar{j} – количество направлений на i -й полосе. Суммарная пропускная способность всей дороги по направлениям $P_j = \sum P_{ij}$, где $i = \overline{1, m}$. Для варианта дорожной разметки, изображенной на рисунке, пропускная способность по направлению рассчитывается следующим образом: $P_3 = P_{33} + P_{23} = 1 + 0.5 = 1.5$; $P_2 = P_{22} + P_{12} = 0.5 + 0.5 = 1$; $P_1 = P_{11} = 0.5$.



Один из вариантов сгенерированной валидной дорожной разметки

Введем коэффициент w , отражающий пропускную способность отдельного направления по отношению ко всей дороге: $w_j = \frac{P_j}{\sum P_j}$. Для рассматриваемой на рисунке дорожной разметки коэффициенты будут следующими: $w_3 = 0.5$, $w_2 = 0.33$, $w_1 = 0.17$.

Имея базу всех возможных вариантов дорожных разметок с их пропускными способностями, нужно найти прогнозируемую загруженность отдельных направлений. Для этого в пределах перекрестка располагаются камеры видеонаблюдения, данные с которых обрабатываются, и выделяется световой сигнал поворота отдельного транспортного средства. Далее суммируются количество транспортных средств по отдельным направлениям и общее количество транспортных средств. Пусть n – количество транспортных средств, которым необходимо пересечь перекресток. Тогда n_j – количество транспортных средств, направляющихся в j -м направлении. Прогнозируемый коэффициент загруженности отдельного направления $k_j = \frac{n_j}{n}$.

Зная коэффициенты w и прогнозируемую плотность трафика по каждому отдельно взятому направлению k , можно составить формулу для нахождения оптимальной дорожной разметки. Для этого коэффициенты w и k должны быть максимально близкими по значению, т. е. $\sum |w_j - k_j| \rightarrow \rightarrow \min$.

Весь алгоритм можно свести к следующим шагам:

1. Генерация всех возможных вариантов дорожной разметки.
 2. Фильтрация вариантов на предмет пересечений отдельных направлений.
 3. Вычисление пропускной способности каждого варианта разметки и сохранение ее в базу данных.
 4. На вход подается количество автомобилей, движущихся в каждом из направлений n_j .
 5. Для каждого направления вычисляется прогнозируемый коэффициент загруженности k_j .
 6. На основе коэффициентов w из БД по формуле $\sum |w_j - k_j| \rightarrow \min$ подбирается оптимальная дорожная разметка.
- При следующем временном цикле алгоритм повторяется с п. 4.

Список литературы

1. Кременец, Ю. А. Технические средства регулирования дорожного движения / Ю. А. Кременец, М. П. Печерский. – М. : Транспорт, 1981. – С. 84–116.
2. Анфилец, С. В. Адаптивный алгоритм управления на основе поэтапной настройки светофорных объектов по магистрали / С. В. Анфилец, В. Н. Шуть // Доклады БГУИР. – 2010. – № 6(60). – С. 79–86.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТОКОВ ЧАСТИЦ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

А. М. Крот¹, А. Н. Вырский², И. А. Баран², В. М. Демко¹

¹Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, Минск
e-mail: alxkrot@newman.bas-net.by

²Научно-технический центр комбайностроения ОАО «Гомсельмаш»,
Гомель, Беларусь
e-mail: kiodpan@mail.ru

Эффективность работы системы очистки зерноуборочного комбайна обеспечивает заданные параметры его производительности. Оптимизация проточных частей системы очистки позволяет существенно улучшить качество бункерного зерна, снизить потери и увеличить пропускную способность очистки зерноуборочного комбайна.

Для повышения производительности зерноуборочного комбайна КЗС-3219 проведены компьютерное моделирование и оптимизация аэродинамических потоков в системе очистки комбайна, на основании которых приняты следующие изменения:

– увеличено количество роторов вентилятора с двух до пяти, что позволило повысить расход воздуха вентилятора (в 1,5 раза) и равномерность воздушного потока по ширине очистки;

– изменен угол нижнего поддона вентилятора и улучшена продувка задней части решет.

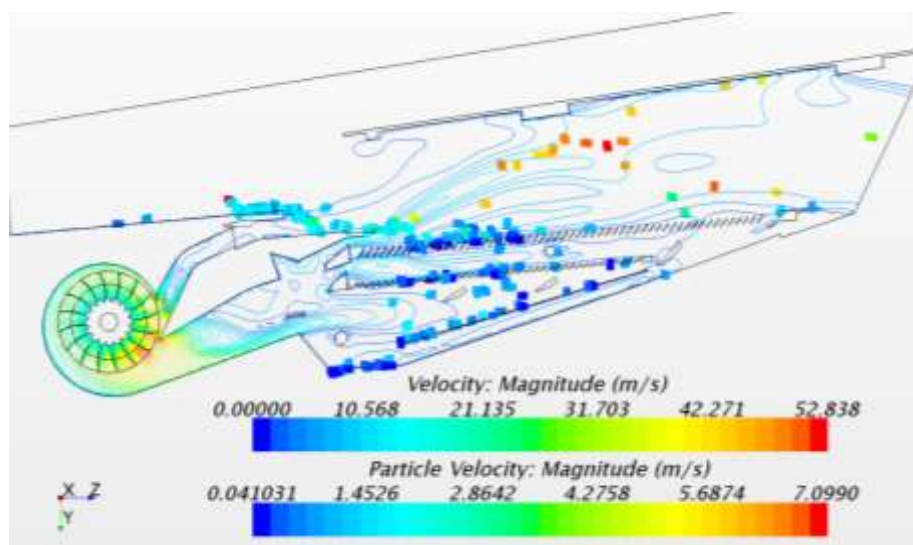
На основании компьютерного моделирования и оптимизации аэродинамических потоков в системе очистки комбайна КЗС-1319 для повышения его производительности приняты следующие изменения:

– увеличено количество роторов вентилятора с трех до четырех, что позволило повысить расход воздуха вентилятора и равномерность воздушного потока по ширине очистки.

– блок вентиляторов с измененными кожухами приближен к решетам очистки, изменено направление воздушного потока, проходящего через решета, с увеличением вертикальной составляющей, а также более равномерно распределен воздушный поток по длине решет.

Для адекватного моделирования работы системы очистки компьютерная модель должна включать в себя частицы трехфракционной зерновой смеси (зерно, солома, соломистые части), а также должна иметь подвижные решета. На этапе разработки такой модели для комбайна КЗС-1420 проведено компьютерное моделирование движения частиц двухфракционной смеси (зерно и солома) в воздушном потоке системы очистки (рисунок). Частицы зерна и

половы смоделированы составными сферическим частицами с плотностью 700 кг/м^2 (пшеницы – $650\text{--}840 \text{ кг/м}^2$), длиной 8 мм и максимальным диаметром 4 мм, а частицы полеры – составными сферическим частицами с плотностью 20 кг/м^2 (при влажности 20 % плотность пшеничной полеры равна $20,6 \text{ кг/м}^2$), длиной 5 мм и диаметром 3 мм. При этом описано взаимодействие частиц зерна и полеры между собой и частиц со стенками.



Распределение скорости аэродинамического потока в системе очистки с разделением двухфракционной смеси на фракции частиц зерна и полеры

В настоящее время проводится работа по введению в компьютерную модель системы очистки подвижных верхнего и нижнего решетных станков, а также стрясной и скатной досок.

Список литературы

1. Проблемы компьютерного моделирования аэродинамических процессов в транспортирующих органах кормоуборочных комбайнов / А. М. Крот [и др.] // Информатика. – 2006. – № 3(11). – С. 80–90.
2. Баран, И. А. Использование компьютерного моделирования аэродинамических потоков при проектировании систем очистки зерноуборочных комбайнов / И. А. Баран, А. Н. Вырский, С. В. Труханович // Молодежь в науке – 2014 : материалы Междунар. науч. конф. молодых ученых, Минск, 18–21 ноября 2014 г. : прилож. к журн. «Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі». Серия физ.-техн. наук ; Серия физ.-мат. наук : в 5 ч. – Ч. 3. – Минск, 2015. – С. 56–61.
3. Крот, А. М. Компьютерное моделирование пароводяных потоков внутри рабочей камеры микротурбины и оценивание коэффициента полезного действия для усовершенствования конструкции турбоагрегата / А. М. Крот, П. П. Ткачева, И. Н. Спагар // Информатика. – 2017. – № 2(54). – С. 24–35.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ТУРБОАГРЕГАТА НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ПОТОКОВ ВНУТРИ МИКРОТУРБИНЫ

А. М. Крот¹, И. Н. Спагар², В. М. Демко¹

¹Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, Минск

e-mail: alxkrot@newman.bas-net.by

²ООО «Промпривод», Минск, Беларусь

Построение адекватных компьютерных моделей движения аэродинамических потоков в проточных частях микротурбины с целью определения наиболее оптимальной геометрической формы корпуса микротурбины и каналов имеет важное значение при разработке различных типов энергетических машин с целью улучшения их эксплуатационных характеристик [1].

Цель работы – компьютерное моделирование аэродинамических потоков в среде комплекса STAR-CCM+ и оценивание КПД с целью улучшения конструкции турбоагрегата.

Предварительный этап моделирования – создание по чертежам 3D-модели турбоагрегата с использованием одного из известных программных комплексов: SolidWorks, Pro/ENGINEER, Unigraphics NX и др. Затем следуют передача (импорт) геометрии в программный комплекс STAR-CCM+ [2] и генерация расчетной сетки посредством нестационарной модели «подвижная сетка» (moving grid), либо с использованием модели «подвижная система координат» (moving reference frame) (рис. 1).

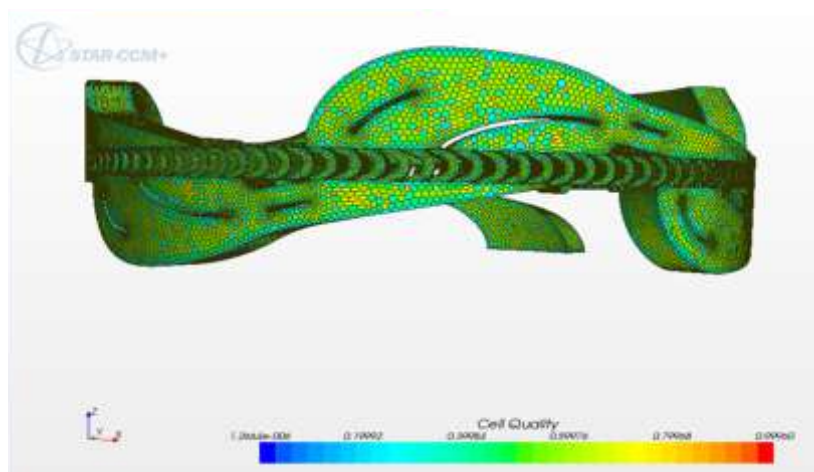


Рис. 1. Результат синтеза и проверки объемной сетки проточных частей (сеточная модель в сборке)

В результате анализа результатов компьютерного моделирования выявлены нежелательные зоны с вихревым движением потоков в камере микротурбины (рис. 2, а, в). В этих зонах наблюдалось как попятное движение, так и потери скоростного напора потока, т.е. в стационарном вихре скорость уменьшалась с 143 до 1,5 м/с, что привело к уменьшению общего КПД микротурбины. Также обнаружены области утечки, приводящие к уменьшению кинетической энергии потока и способствующие появлению вихревых зон в ступенях микротурбины (рис. 2, б). С целью устранения этих проблем реализована модификация сопловых решеток рабочей камеры микротурбины на основе 3D-моделей в среде программного комплекса STAR-Design. В частности, обнаружено ослабление зон завихренности в модифицированных проточных частях камеры микротурбины при повороте каждой третьей сопловой решетки на -3° по оси OZ во всех ступенях микротурбины.

С использованием результатов компьютерного моделирования разработан методика оценивания энергетических потерь в проточных частях корпуса микротурбины, включающая термодинамический и газодинамический расчеты КПД микротурбины.

В работе [2] показано, что приращение функции удельной теплоты при изменении температуры от T_{ex} до $T_{вых}$ определяется как

$$\Delta q = q(T_{вых}) - q(T_{ex}) = T_{вых} \cdot S(T_{вых}) - T_{ex} \cdot S(T_{ex}) .$$

Согласно таблицам М. П. Вукаловича [3] при температуре на входе (перед сопловым аппаратом 1-й ступени) $T_{ex} = T_0^1 = 523,15$ К (250°C) энтропия насыщенного водяного пара равна $S_{ex} = S_0^1 = 6,062254 \cdot 10^3$ Дж/кг·К, а на выходе (за турбиной в 6-й ступени) при температуре $T_{вых} = T_2^6 = 423,15$ К (150°C) ей соответствует энтропия, равная $S_{вых} = S_2^6 = 6,827194 \cdot 10^3$ Дж/кг·К. Следовательно,

$$\Delta q = 523,15 \cdot 6,062254 \cdot 10^3 - 423,15 \cdot 6,827194 \cdot 10^3 = 2,82541 \cdot 10^5 \text{ (Дж/кг)}.$$

По результатам моделирования вычисляются крутящий момент потока водяного пара – фактически момент силы вращательного движения микротурбины $K_{flow} = 1,05 \cdot 10^3$ Н·м, а также массовый расход рабочего тела G в установившемся режиме вращения микротурбины $G = 2,14$ кг/с. В данном случае частота вращения рабочего колеса микротурбины равна $n = 3000$ об/мин, т.е. угловая скорость вращения $\omega = \frac{2\pi n}{60} \approx 2 \cdot 3,1416 \cdot \frac{3000}{60} = 3,1416 \cdot 10^2$ (рад/с). Соответственно, механическая мощность вращающейся микротурбины составляет

$$N_{\text{мех}} = K \cdot \omega = 1,050 \cdot 10^3 \cdot 3,1416 \cdot 10^2 = 3,29868 \cdot 10^5 \text{ (Вт)}.$$

Получим искомый КПД микротурбины

$$\eta = \frac{N_{\text{мех}}}{G \cdot \Delta q} = \frac{3,29868 \cdot 10^5}{2,14 \cdot 2,82541 \cdot 10^5} = 0,54545.$$

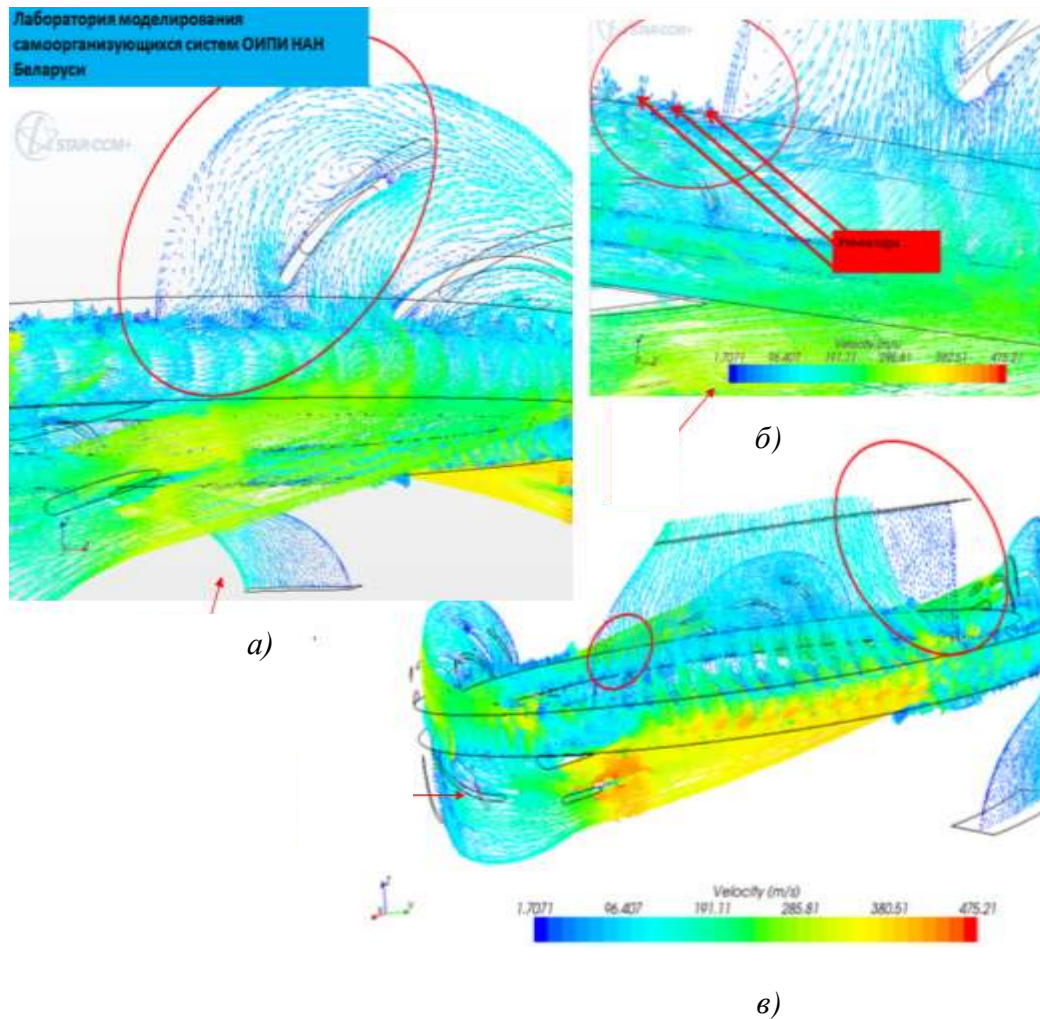


Рис. 2. Сечение картины распределения векторов скоростей движения аэродинамических потоков в микротурбине: а) на уровне $D_2 = 0,69$ м (4-я ступень); б) на уровне $D_2 = 0,69$ м (система выхода); в) на уровне $D_1 = 0,75$ м (зоны утечки пара)

В результате установлено, что КПД микротурбины приблизительно оценивается величиной 55 % и подтверждается результатами натуральных (стендовых) испытаний.

Работа выполнена частично в рамках предоставленного гранта Президента Республики Беларусь в науке за 2019 г.

Список литературы

1. Вычислительная аэрогидродинамика в машиностроении / А. М. Крот [и др.] // Наука и инновации. – 2009. – № 9(79). – С. 34–38.
2. Крот, А. М. Компьютерное моделирование пароводяных потоков внутри рабочей камеры микротурбины и оценивание коэффициента полезного действия для усовершенствования конструкции турбоагрегата / А. М. Крот, П. П. Ткачева, И. Н. Спагар // Информатика. – 2017. – № 2(54).
3. Вукалович, М. П. Термодинамические свойства воды и водяного пара / М. П. Вукалович. – М. : Наука, 1973. – 160 с.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЕМ В САПР С ЗАДАННОЙ ПРОБЛЕМНОЙ ОРИЕНТАЦИЕЙ

Ю. М. Кротюк, А. Г. Гривачевский

Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, Минск
e-mail: krotiouk@newman.bas-net.by

Успешное применение инструментальных программных средств системы «Интегрированная среда информационной поддержки процессов проектирования и инженерного анализа конструкции сложных технических объектов» (ИСППИА) при создании САПР различной функциональной направленности в ОИПИ НАН Беларуси в 2011–2018 гг. было связано с удачным выбором концептуальной основы ее создания. Инструментальные программные средства, используемые в составе ИСППИА, обеспечивают реализацию инвариантных по отношению к предметной области функциональных задач [1, 2].

Изначально ИСППИА строилась как открытая, основанная на широко используемых в инженерной деятельности программных приложениях и обладающая единым информационным пространством система. Эти качества позволили превратить ее в интегрирующую информационную платформу для компьютеризации инженерной деятельности.

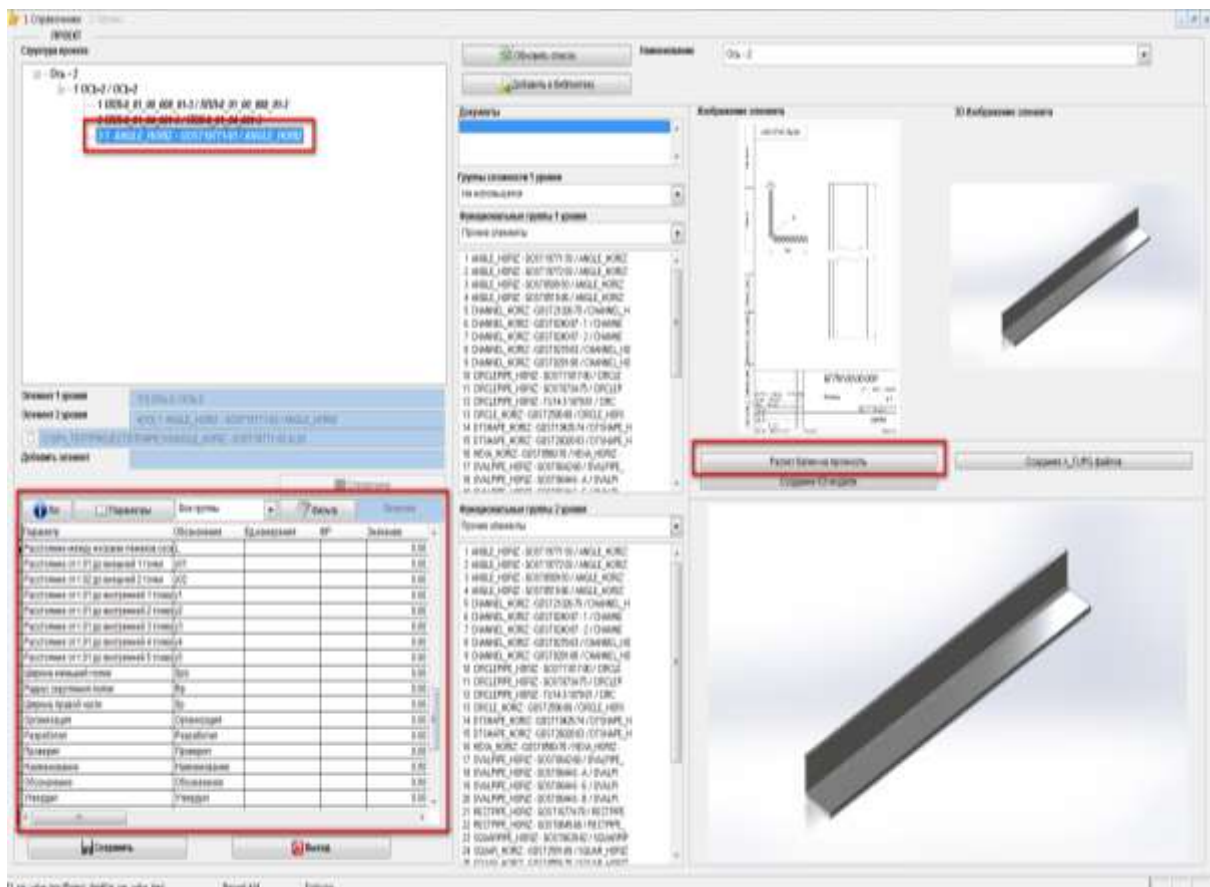
Анализ задач САПР для различных функциональных приложений позволил сформировать функциональную структуру программных средств по управлению проектированием в составе САПР с управляемой проблемной ориентацией (далее – программные средства «Монитор»), которые должны обеспечивать:

- взаимодействие с внешними приложениями;
- ввод, редактирование и удаление записей в базе данных;
- ввод пользовательских моделей в базу данных;
- определение пользовательских моделей в качестве библиотечных;
- визуализацию структуры проекта;
- отображение значений параметров текущего элемента проекта;
- визуализацию изображений элементов конструкций и их чертежей;
- реализацию базовых процедур проектирования;
- редактирование проектной модели;
- формирование таблицы параметров и таблицы расчета параметров;
- расчет параметров;
- формирование отчетов;
- установку настроек программы.

Программные средства «Монитор» были реализованы в составе ИСПИИА с целью подключения баз данных и внешних подсистем, определяющих специализацию САПР, и представляют собой среду для разработки, отладки и выполнения программ проектирования. Данная среда обеспечивает интерфейс ведения диалогов, взаимодействий и транзакций с пользователем, ввод-вывод данных, проверку корректности введенных пользователем данных, отображение конструкторской и другой информации по проекту, определяет порядок использования, доступа и управления всеми функциональными частями ИСПИИА при одновременной работе нескольких пользователей.

Программные средства «Монитор» обеспечивают функционирование двух подсистем:

- подсистемы по управлению проектированием на сервере (серверная часть), МП «Сервер»;
- подсистемы по управлению проектированием на клиентской рабочей станции (клиентская часть), МП «Клиент».



Экранная форма программных средств «Монитор»

Процесс проектирования осуществляется в виде реализуемой конструктором последовательности проектных процедур на экранной форме операционного окна (рисунок). Перед началом проектирования задаются технологические параметры проекта, после чего осуществляется формирование структуры проекта. Структура проекта формируется путем последовательного выбора конструктором поэлементного состава конструкции из имеющейся библиотеки унифицированных моделей элементов (деталей) конструкции. Далее задаются базовые геометрические параметры элементов конструкции. После этого осуществляется расчет параметров элементов конструкции и синтез модели конструкции.

Использование программных средств по управлению проектированием с управляемой проблемной ориентацией в составе ряда САПР показало их функциональную достаточность и эффективность. Все это позволило существенно сократить затраты на разработку САПР.

Список литературы

1. Гривачевский, А. Г. Инструментальные программные средства для создания САПР сложных технических объектов / А. Г. Гривачевский, Ю. М. Кротюк // Проблемы создания информационных технологий : сб. науч. тр. / Информационно-вычислительный центр Белстата. – Минск, 2018. – Вып. 28. – С. 23–31.
2. Кротюк, Ю. М. Система информационной поддержки процессов проектирования сложных технических объектов / Ю. М. Кротюк, А. Г. Гривачевский // Информационные и графические технологии в профессиональной и научной деятельности : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф., Тюмень, Россия, 27 нояб. 2017 г. – Тюмень, 2018. – С. 85–90.

ПРОГРАММНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СОСТАВЛЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ

А. Н. Крючков, Л. Н. Соболев

Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, Минск
e-mail: lab210@newman.bas-net.by

Рассматривается программно-информационный комплекс (ПИК) «Составление-Ц» для решения задач автоматизированного составления цифровых топографических карт (ЦТК) производных масштабов (ПМ) по ЦТК базового масштаба (БМ). Комплекс разработан по заказу Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь.

В настоящее время актуальной является задача оперативного обновления ЦТК методом автоматизированного составления цифровых государственных топографических карт Республики Беларусь. До недавнего времени в Республике Беларусь, как и в большинстве стран СНГ (в том числе в Российской Федерации), обновление ЦТК проводилось в пределах конкретного масштабного ряда, что вело к значительным материальным затратам и определенной информационной несовместимости смежных масштабов. Принципиальным подходом к решению этих проблем признано пересоставление топографических карт всего масштабного ряда по обновленному базовому масштабу [1, 2].

ПИК «Составление-Ц» обеспечивает создание ЦТК ПМ 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000, 1:500 000, 1:1 000 000 по ЦТК БМ 1:10 000 способом автоматизированного составления на основе методов генерализации картографических изображений. Составление выполняется последовательно от крупного масштаба к более мелкому без пропуска смежного масштаба. Каждая полученная ЦТК ПМ является базовым масштабом для ЦТК более мелкого масштаба.

ПИК «Составление-Ц» предназначен для автоматизированного формирования объектов ЦТК ПМ, редактирования цифровой модели ЦТК ПМ с последующим получением контрольной составительской копии. Состав и функциональные возможности средств редактирования обеспечивают получение кондиционной цифровой модели ЦТК ПМ. При необходимости редактирование можно выполнить средствами ГИС «Панорама», для чего цифровая модель выгружается из внутреннего формата ПИК в формат SXF.

Технология составления ЦТК ПМ включает:

- импорт и загрузку ЦТК БМ из формата SXF/F20S во внутренний формат комплекса;
- входной контроль метрики и семантики объектов ЦТК БМ;

- формирование номенклатурного листа ЦТК ПМ (сшивку ЦТК БМ);
- доведение метрики объектов ЦТК ПМ до рамки листа ЦТК ПМ;
- согласованную фильтрацию метрики объектов ЦТК ПМ с учетом пространственно-логических связей (ПЛС);
- установление ПЛС «объект – подпись»;
- переклассификацию классификационных кодов ЦТК ПМ;
- объединение контуров растительности ЦТК ПМ;
- изменение характера локализации объектов ЦТК ПМ;
- цензово-нормативный отбор объектов ЦТК ПМ;
- генерализацию горизонталей ЦТК ПМ;
- генерализацию населенных пунктов ЦТК ПМ;
- изменение характеристик подписей объектов ЦТК ПМ;
- перерасположение подписей объектов ЦТК ПМ;
- генерацию заполняющих условных знаков ЦТК ПМ;
- генерализацию внутренних контуров объектов растительного покрова;
- получение контрольной составительской копии ЦТК ПМ;
- согласование метрики объектов ЦТК ПМ;
- редактирование ЦТК ПМ;
- экспорт ЦТК ПМ из внутреннего формата комплекса в формат SXF.

Процедура сшивки ЦТК БМ в ЦТК ПМ обеспечивает: сшивку соответствующих по семантике линейных и площадных объектов, выходящих на границу сшивки в заданных цензах, с пересчетом метрики объектов из системы координат исходных ЦТК в систему координат ЦТК ПМ; копирование не подлежащих сшивке объектов ЦТК БМ в ЦТК ПМ; формирование файла паспорта ЦТК ПМ и протокола выполнений операции.

Формирование ПЛС выполняется путем установления ПЛС между объектами ЦТК и подписями в автоматическом и интерактивном режимах и их редактирования.

Процедура переклассификации объектов обеспечивает исключение объектов, не отображенных на ЦТК ПМ, отбор объектов и изменение классификационных кодов в соответствии с объектовым составом ЦТК ПМ.

Объединение контуров растительности представляет собой преобразование метрического и семантического описаний объектов, удаление и вставку объектов из одного слоя в другой, протоколирование процесса обработки.

Процедура изменения характера локализации объектов обеспечивает замену характера локализации объектов ЦТК с площадного на линейный, площадного на точечный, площадного и линейного на условно-линейный. Данная процедура включает такие задачи, как построение осевых линий объекта, построение внутренней эквидистанты для площадного объекта, разбиение площадного объекта на совокупность площадных и линейных

объектов с установлением ПЛС между ними, преобразование метрического и семантического описаний объектов и др.

Цензово-нормативный отбор обеспечивает отбор объектов по цензам и длине объекта, площади, ширине, высоте, глубине, количеству жителей, а также по нормативным критериям: плотности объектов, предельному расстоянию между одноименными объектами, с учетом ПЛС.

Процедура генерализации горизонталей включает: задачи отбора и переклассификации горизонталей в соответствии с высотой рельефа ЦТК ПМ и кратностью утолщения горизонталей; пересоставление горизонталей на картах масштаба 1:25 000, связанное с некратностью высоты сечения рельефа на картах базового масштаба 1:10 000; размещение бергштрихов; согласование горизонталей с объектами микрорельефа и гидрографии.

Процедура генерализации населенных пунктов (НП) обеспечивает: изменение классификационных кодов кварталов; генерализацию неоднородных частей кварталов НП; удаление объектов ЦТК БМ, не отображенных на ЦТК ПМ; генерализацию строений, расположенных в кварталах НП; генерализацию объектов растительности, расположенных в кварталах НП и др.

Кроме вышеописанных основных процедур генерализации ЦТК, комплекс выполняет ряд вспомогательных процедур для обеспечения контроля входной, выходной и промежуточной продукции, генерализации подписей и внутренних контуров, редактирования ЦТК ПМ, поддержки библиотек условных знаков, получения составительской копии ЦТК ПМ и т. п.

Разработанный комплекс находится в производственной эксплуатации в РУП «Белгеодезия» и обеспечивает повышение уровня автоматизации работ по составлению цифровых карт производных масштабов свыше 60 %. По своим функциональным характеристикам ПИК «Составление-Ц» не имеет аналогов на постсоветском пространстве, не уступает лучшим зарубежным аналогам и имеет высокий экспортный потенциал.

Список литературы

1. Колосков, С. В. Технология автоматизированной генерализации при картографировании / С. В. Колосков, Т. А. Хлебникова // Геодезия и картография. – 2005. – № 6. – С. 38–42.

2. Воробьев, Ю. Д. Технологии автоматизированного составления цифровых топографических карт / Ю. Д. Воробьев, Е. Н. Лапина, В. В. Пятницкая // Геодезия и картография. – 2004. – № 7. – С. 38–43.

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ И OLAP В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ «OMEGA PRODUCTION»

Е. П. Кукареко, О. В. Климович, С. С. Поклонов, О. Л. Сушинская
ООО «Омегасофтвер», Минск, Беларусь

Задачи цифровой трансформации промышленных предприятий реализуются внедрением, развитием и интеграцией автоматизированных систем, обеспечивающих цифровизацию всего жизненного цикла изделий.

Система Omega Production – это отечественная автоматизированная система управления производством, специализированная для предприятий дискретного производства со сложной структурой продукции, в которой на единой платформе электронного технического документооборота реализованы как модули управления данными и жизненными циклами изделий, так и модули управления производством и сервисным обслуживанием.

В докладе представлены результаты развития системы Omega Production, относящиеся к проектному планированию и аналитической обработке данных (OLAP).

Инструментарий проектного планирования предназначен для планирования взаимосвязанных разнородных работ, объединяемых в рамках одного или нескольких проектов, с использованием функциональности календарно-сетевых графиков.

Основными задачами проектного планирования являются:

- формирование перечня взаимосвязанных работ, в том числе на основании шаблонов и вложенных объектов, таких как производственная программа;
- построение графика-расписания работ по заданным критериям;
- выбор наиболее приемлемого графика из возможных;
- расчет потребных ресурсов (материальных, производственных, финансовых) при формировании календарно-сетевых графиков;
- актуализация календарно-сетевых графиков при изменении параметров работ;
- контроль и представление данных о фактическом выполнении календарно-сетевых графиков.

Для работ проектного планирования производственной системы формируются списки связанных с ними ресурсов: материальных ресурсов, исполнителей, оборудования, оснастки и др. В зависимости от вида работы ресурсы могут задаваться или рассчитываться на основании первичных инженерных и производственных данных.

Важным видом работы, являющимся вложенным объектом, является производственная программа. Трудоемкость данной работы, ее точные календарные даты начала и окончания, списки потребных ресурсов могут быть рассчитаны и сохранены как данные производственного расписания.

Расчет календарно-сетевых графиков проекта обеспечивается в двух режимах: «на лету» и «детальный».

Режим «на лету» активен во время редактирования проекта. При любом изменении списка работ производится перерасчет по упрощенному алгоритму.

В режиме расчета «детальный» производится определение параметров каждой из работ с учетом конкуренции за ресурсы.

Реализованы две модели проектного планирования: общая и бюджетная.

Общая модель реализует ведение любых проектов. Обеспечивается подключение к работам проектов производственных программ и других информационных объектов системы.

Бюджетная модель реализует включение в проект работ по различным типам бюджетов. Определяются ресурсы по работам для каждого типа бюджетов. В качестве ресурсов выступают бюджетные статьи.

Для системы Omega Production реализовано встроенное OLAP(Online Analytical Processing)-решение. В докладе обосновываются необходимость и преимущества встроенного решения перед существующими на рынке свободно распространяемыми и коммерческими реализациями.

Обеспечивается возможность прозрачного для пользователя применения ROLAP(Relational OLAP)- или, посредством Oracle Enterprise, MOLAP(Multidimensional OLAP)-реализации.

Реализован оригинальный редактор многомерных кубов, обеспечиваются различные возможности заполнения куба данными.

Расчет куба выполняется интерактивно или через планировщик задач. На основе рассчитанного куба обеспечивается возможность получения многомерных отчетов. Визуализация результатов реализована в табличной форме или в виде различных диаграмм.

Обеспечивается экспорт результатов расчетов для представления во внешних по отношению к системе программах.

Обеспечивается развитый веб-API-интерфейс по работе со встроенным OLAP-решением.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРОЦЕССОВ ПРОДАЖИ И АРЕНДЫ НЕДВИЖИМОСТИ

Е. Н. Куц¹, Н. А. Кириенко²

¹Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники, Минск

²Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, Минск
e-mail: kir@newman.bas-net.by

Развитие рыночных отношений привело к включению в сферу товарно-денежных операций объектов недвижимости. Этим обусловлена необходимость систематизировать процессы продажи и аренды недвижимости в Республике Беларусь. Основные функции по формированию и оценке недвижимости возложены на ГУП «Национальное кадастровое агентство» (ГУП «НКА»; nca.by) как элемент инфраструктуры государства в области земельного администрирования.

Задачами ГУП «НКА» являются:

– создание и ведение Единого государственного регистра недвижимого имущества (ЕГРНИ), прав на него и сделок с ним;

– ведение Единого реестра административно-территориальных и территориальных единиц Республики Беларусь (АТЕ и ТЕ), регистра земельных участков, регистра стоимости земельных участков, реестра цен на земельные участки, реестра земельных ресурсов Республики Беларусь;

– кадастровая и экспертная оценка недвижимости, оценка иного имущества;

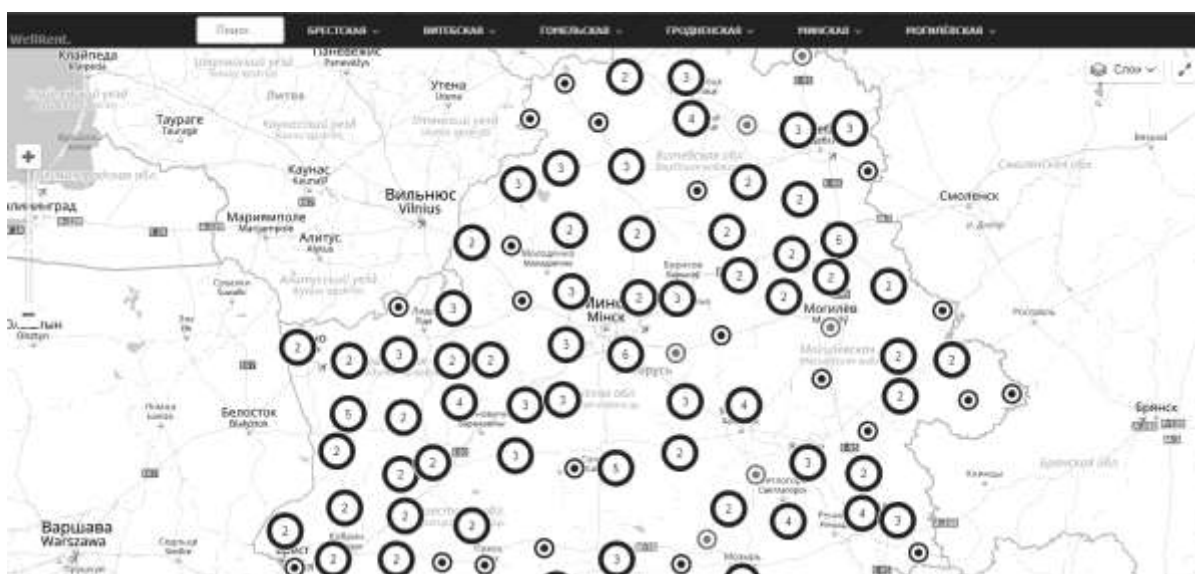
– государственная регистрация и техническая инвентаризация недвижимого имущества, а также государственная регистрация прав, ограничений (обременений) прав на недвижимое имущество и сделок относительно объектов недвижимого имущества, установленных законодательством.

Информационное, методологическое и функциональное обеспечение процесса формирования недвижимого имущества согласовано со всеми заинтересованными государственными органами и включает функции: оказания услуг по формированию недвижимого имущества; определения оптимальных подходов и способов формирования недвижимости различных видов с учетом особенностей их качественного состава, специфики эксплуатации, имеющейся документации; составления проектов формирования недвижимого имущества.

ГУП «НКА» ведет активные работы по автоматизации различных процессов. В настоящей работе рассматривается процесс сбора и предоставления информации о границах населенных пунктов, зонах действия коммуни-

каций, нормативных документах. Чтобы минимизировать действия пользователя и унифицировать все сопутствующие документы (письма, памятки, схемы работы), было решено при формировании и размещении материалов согласования отталкиваться от организации и ее местоположения. Иными словами, сформировать для каждой организации – участницы процесса ее уникальный необходимый и достаточный пакет документов. Для этого был выполнен анализ и собраны данные по всем организациям Республики Беларусь, сформированы каталоги. Хранилище данных предусматривает автоматическую архивацию материалов в архив с паролем.

Разработанная информационно-поисковая система содержит ряд функций, среди которых «Просмотр объектов недвижимости», «Исследования», «Статистика», «Калькулятор», «Контакты» и др.



Страница «Исследования» информационно-поисковой системы

Страница «Исследования» (рисунок), позволяет просмотреть данные по недвижимости во многих городах Республики Беларусь: цены, статистику, первичные данные о населенном пункте, список документов для скачивания и т. п. При нажатии на маркер или выборе в выпадающем меню или меню поиска откроется окно с первичной информацией о населенном пункте. При нажатии на любую из доступных ссылок откроется модальное окно с PDF-файлом для просмотра и (или) скачивания.

Страница «Статистика» содержит информацию о рынке недвижимости, что позволяет пользователю оценить ситуацию и сделать актуальный выбор. Страница предлагает: «пузырьковый» график, гистограмму с группировкой на основной оси и график с маркерами на вспомогательной оси, диаграмму «Ящик с усами», диаграмму с областями, нормированную гистограмму с накоплением.

На странице «Калькулятор» пользователь может узнать точную кадастровую стоимость земли, введя все необходимые данные: вид оценки, дату оценки, стоимость. Вся необходимую информацию можно узнать на ресурсе vl.nca.by, что указано в информационном сообщении вверху окна.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ OPENMP ДЛЯ РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЯ ПРОГРАММЫ ОПТИМИЗАЦИИ МНОГОУРОВНЕВЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ СИСТЕМ БУЛЕВЫХ ФУНКЦИЙ

Ю. Ю. Ланкевич

Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, Минск
e-mail: yurafreedom18@gmail.com

Для ускорения сложных вычислений, где есть возможность распараллеливания сложных циклов, удобно использовать технологию OpenMP [1]. В настоящем докладе рассматривается пример использования технологии OpenMP для решения задачи оптимизации многоуровневых представлений систем булевых функций в виде булевых сетей, узлами (вершинами) которых могут быть логические операции: двухоперандные И (конъюнкция) и ИЛИ (дизъюнкция), а также однооперандная НЕ (инверсия). Оптимизация заключается в использовании разложений Шеннона для всех функций системы по общей перестановке переменных. Первый вариант программы был реализован без использования многопоточности на языке C++. При выполнении экспериментов было установлено, что для сложных примеров требуется больше времени для вычислений. После чего исходный код программы был проанализирован на возможность распараллеливания. В коде программы представлен цикл, в котором выполняется перебор возможных вариантов разложения Шеннона по различным переменным. Функция, выполняющая такое разложение, является самой сложной вычислительной процедурой в данной программе, так как в этой функции реализован алгоритм поиска одинаковых и взаимно инверсных подфункций.

Задачу сформулируем следующим образом: ускорить перебор вариантов разложения Шеннона с помощью распараллеливания.

Псевдокод рассматриваемого участка программы представлен ниже:

```

for (int i = 0; j < max_var_id; i++) {
    {
        Получение копии булевой сети
    }
    Разложение Шеннона по i-й переменной для текущей булевой сети
    {
        Сравнение с минимальной сетью и обновление минимальной
        сети, если текущая имеет меньшее число узлов
    }
    Удаление булевой сети, которая не участвует
    в дальнейших вычислениях
}

```

Выяснилось, что итерации основного цикла слабо зависимы по данным. Для оптимизации данного цикла невозможно использовать такие технологии, как CUDA [2], поскольку код слишком сложный и каждая итерация цикла содержит множество ветвлений (для CUDA это критично). Было решено использовать возможности распараллеливания на многоядерной (многопроцессорной) системе. Для того чтобы воспользоваться многоядерностью для распараллеливания вычислений, следует создать многопоточное приложение, в котором различные потоки выполняют независимые вычисления. Существует несколько решений для оптимизаций программы на многопроцессорной системе, так как в настоящий момент существует множество технологий, которые позволяют быстро распараллелить уже существующую программу. Одной из таких технологий является OpenMP, удобство которой заключается в том, что достаточно добавить несколько директив (*#pragma*) и собрать код компилятором, который поддерживает OpenMP. Кроме того, имеется библиотека функций C/C++, которую можно использовать в дополнение к директивам компилятора.

Среда программирования Microsoft Visual Studio поддерживает только OpenMP версии 2.0, однако уже существует версия 4.0. Чтобы воспользоваться возможностями OpenMP версии 4.0 можно применить компилятор MinGW gcc.

Для решения поставленной задачи использовались следующие возможности технологии OpenMP:

#pragma omp parallel – задание параллельной секции;

#pragma omp single – задание участка кода, выполняемого только на одном потоке;

#pragma omp task – задание задачи для выполнения в параллельном потоке;

#pragma omp taskwait – ожидание завершения всех задач;

#pragma omp critical – создание критических секций.

После оптимизации псевдокод программы выглядит следующим образом:

```
#pragma omp parallel num_threads(4) // Следующий код выполняется
                                   // на четырех потоках
{
#pragma omp single // Следующий код выполняется на одном потоке
  for (int i = 0; j < max_var_id; i++) {
#pragma omp task firstprivate(j)      // Следующий код описывает задачу,
                                       // которая выполняется на одном из
                                       // потоков, когда поток свободен
    {
#pragma omp critical // Описание критической секции, разные потоки
                    // не могут выполнять этот код одновременно
    {
        Получение копии булевой сети
    }
  }
}
```

**Разложение Шеннона по *i*-й переменной
для текущей булевой сети**

```
#pragma omp critical // Описание критической секции, разные потоки
// не могут выполнять этот код одновременно
{
    Сравнение с минимальной сетью и
    обновление минимальной сети,
    если текущая имеет меньшее число узлов
}

Удаление булевой сети, которая не участвует
в дальнейших вычислениях
}
}
#pragma omp taskwait // Ожидание выполнения всех задач
}
```

При оптимизации программы была использована технология OpenMP v. 3.1 (компилятор MinGW gcc). Сравним время (таблица) выполнения программы на одном и том же примере до оптимизации и после оптимизации с помощью OpenMP (4 потока) на компьютере со следующей конфигурацией: процессор Intel core i5 (4 ядра) с тактовой частотой 3,7 ГГц; ОЗУ 8 Гб DDR4 с частотой 2,333 ГГц; ОС Windows 10.

Сокращение времени выполнения программы

Имя примера [3]	Время, с	
	без OpenMP	с OpenMP, 4 потока
FRG2	136,78	70,05
X3	19,25	13,87

Стоит отметить, что некорректное использование этой технологии может привести к неожиданным результатам. Кроме того, в настоящем докладе рассматриваются не все возможности данной технологии. Как видно из результатов экспериментов, использование OpenMP позволяет ускорить вычисления за счет использования многопоточности. Учитывая, что для использования базовых возможностей OpenMP достаточно иметь поддерживающий OpenMP компилятор и знать основные директивы. Однако на небольших примерах использование многопоточности с помощью OpenMP не дает видимого ускорения. Это объясняется тем, что создание потока – это ресурсоемкая операция; в случае несложных вычислений время, затраченное на запуск дополнительных потоков, оказывается сопоставимым со временем выполнения полезных вычислений.

Список литературы

1. Антонов, А. С. Параллельное программирование с использованием технологии OpenMP: учеб. пособие / А. С. Антонов. – М. : Изд-во МГУ, 2009. – 77 с.
2. Ланкевич, Ю. Ю. Алгоритмы сборки общего изображения топологии СБИС / Ю. Ю. Ланкевич // Информатика. – 2015. – № 3(47). – С. 29–41.
3. Yang, S. Logic Synthesis and Optimization Benchmarks User Guide / S. Yang // MCNC Research Triangle Park : Technical Report [Electronic resource]. – NC, 1991. – Mode of access: <http://cbl.ncsu.edu/benchmarks-upto-1996.html>. – Date of access: 22.03.17.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ ДЛЯ СИСТЕМ С ОБЩЕЙ ПАМЯТЬЮ НА ПРИМЕРЕ ЗАДАЧИ МИНИМИЗАЦИИ БУЛЕВЫХ ФУНКЦИЙ

И. П. Логинова

Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, Минск
e-mail: irilog@mail.ru

С появлением современных параллельных вычислителей возникала проблема превращения надежных и проверенных кодов прикладных программ в эффективные, платформенно-независимые параллельные программы. В настоящее время существует множество технологий организации параллелизма при разработке приложений в системах с общей памятью. Способом достижения параллелизма на системах с общей памятью является механизм создания потоков, который обеспечивает параллелизм на уровне ядер процессора. В процессе разработки многопоточных приложений возникают вопросы, связанные с балансировкой нагрузки между потоками, организацией взаимодействия потоков, синхронизацией работы потоков и др. Использование высокоуровневых интерфейсов и библиотек для работы с потоками отчасти позволяет автоматизировать решение такого рода вопросов, но не снимает с разработчика ответственности за корректность результатов. На данный момент модель многопоточности поддерживают, в частности, такие технологии, как Microsoft® Parallel Patterns Library (PPL), OpenMP, Intel® Threading Building Blocks (Intel® TBB), Intel® Cilk Plus [1]. Использование данных технологий поддерживает единое пространство переменных, позволяет все межпроцессорные взаимодействия скрыть от разработчика, но при этом сохранить последовательный стиль программирования в исходных кодах. Кроме того, технологии OpenMP 4.0, TBB, Cilk Plus имеют механизм векторизации, который позволяет реализовать параллелизм по данным («естественный параллелизм», возникающий в результате применения однотипных операций к элементам регулярных структур). Помимо синтаксиса, указанные выше технологии различаются моделями исполнения и планирования распределения нагрузки и в зависимости от входных параметров распараллеливаемого программного кода могут обладать разной эффективностью работы. Несмотря на значительное число разработок в этой области, сравнение указанных технологий демонстрируется либо на типовых задачах (умножение матриц, поиск в ширину на графе и др.), либо вообще теоретически.

При выборе технологии распараллеливания, как правило, рекомендуется оценить:

- получение эффективной параллельной программы;

- трудозатраты при создании параллельной версии (минимальное изменение исходного кода);
- сохранение эффективности параллельной программы при ее переносе с одной платформы на другую;
- гарантию корректности параллельной программы (валидацию результата, получаемого параллельной и последовательной версиями).

Важным этапом модернизации является анализ затрачиваемого времени разными частями программы, который проводят анализаторы кода соответствующих сред разработки. Последующие усилия должны быть направлены на оптимизацию этих частей (распараллеливание), что может дать весьма существенный выигрыш в быстродействии. Замена алгоритма в наиболее критических частях программы также может привести к серьезному ускорению программы при относительно небольших потраченных усилиях. Кроме того, дополнительные возможности предоставляют векторные и параллельные библиотеки шаблонов.

В качестве объекта для выработки методики распараллеливания использована задача раздельной минимизации систем булевых функций в классе ДНФ, которая широко применяется при их схемной реализации. Преобразование кода программы проведено с использованием OpenMP 3.0, Microsoft PPL и Intel Cilk Plus.

OpenMP – открытый стандарт для распараллеливания программ. Модель выполнения многопоточности достаточно проста (принцип «fork/join»). Данная технология использует специальные директивы препроцессора для управления потоками, позволяет проводить инкрементное редактирование параллельных фрагментов в исходном коде. OpenMP работает только с кодом и не занимается анализом данных, ограничивает свободу разработчика при манипулировании потоками данных и в композиции параллельных участков. Принципы распараллеливания достаточно сложны, детали скрыты. Необходимо уделять особое внимание управлению памятью.

Microsoft PPL – библиотека шаблонов для параллельных вычислений входит в линейку продуктов Майкрософт, включенных в интегрированную среду разработки Visual Studio, создает уровень абстракции между кодом приложения и базовым потоковым механизмом, предоставляя универсальные, типобезопасные алгоритмы и контейнеры, работающие с данными параллельно. PPL обеспечивает три вида средств параллельной обработки: шаблоны для алгоритмов параллельных операций, шаблоны класса для обслуживания совместно используемых ресурсов, шаблоны класса для управления и группировки параллельных задач. Библиотека PPL работает с задачами или блоками действий, определяемыми функторами (объектами функции) или лямбда-выражениями.

Intel Cilk Plus (расширение языка C++) предназначен для реализации параллелизма по задачам (Task Level Parallelism) и данным (Data Level Parallelism) в системах с общей памятью. Cilk Plus предоставляет средства для организации циклического и рекурсивного параллелизма (по принципу «разделяй и властвуй»). Основными компонентами являются: ключевые слова для организации параллелизма по задачам; гиперобъекты (преобразователи), которые устраняют конкуренцию за разделяемые между задачами переменные; специальное представление массивов, которое обеспечивает параллелизм по данным (векторизацию).

Результаты экспериментов по отдельной минимизации системы ДНФ на примере `verg_1_isx` с числом конъюнкций 2004, числом входных переменных 17 и числом функций 61 (таблица) демонстрируют отличия в контексте производительности разных реализаций распараллеливания программы. Эти отличия показывают эффективность механизмов управления, балансировки, синхронизации потоков в каждой технологии, а также влияние среды реализации многопоточности (в частности, платформы, среды разработки, компилятора) на производительность программы на одних и тех же входных данных.

Эффект применения различных технологий в программе отдельной минимизации

Последовательное, Visual Studio 15, Qt 5.7: время минимизации, мс		Параллельное, Visual Studio 15 и Intel Parallel Studio 17 (4 ядра): время минимизации, мс			Параллельное, Qt 5.7 (4 ядра): время минимизации, мс
компилятор v140	компилятор mingw 530_32	компилятор v140	компилятор Intel C++ 17		компилятор mingw 530_32
		PPL	OMP 3.0	Cilk Plus	OMP 3.0
5683002	6989164	1636 661	18 44 450	15 25 431	19 74 766
Ускорение (в разы)		3,47	3,12	3,73	3,54

При рассмотрении всех аспектов реализации параллелизма можно сделать следующие выводы: рекомендуемая модель распараллеливания зависит от типа декомпозиции, используемой в алгоритме программы. Для программы, которая характеризуется наличием длительных циклов без зависимостей, рекомендуется использовать OpenMP (с минимальной переработкой алгоритма программы и структур данных). Для функциональной декомпозиции рекомендуется использовать эффективное распараллеливание, предоставляемое Cilk Plus или PPL. Ограничениями в применении этих технологий являются: для PPL – реализация на платформе Windows; для Cilk Plus – проприетарность компилятора Intel. Эксперименты проводились на четырехъядерном ядерном процессоре: 16 GB RAM, Intel Core i5-3470 CPU 3.2 HGz, Win 7, Visual Studio 15, Intel Parallel Studio 17, Qt 5.7.

Список литературы

1. Уильямс, Э. Параллельное программирование на C++ в действии. Практика разработки многопоточных программ / Э. Уильямс. – М. : ДМК Пресс, 2014. – 672 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЙ СТАТИЧЕСКОЙ БАЛАНСИРОВКИ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ОДНОЦИЛИНДРОВОГО ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ 3D-CAD-ТЕХНОЛОГИЙ

В. А. Лодня, В. А. Стальмаков

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель

Балансировка коленчатого вала, в особенности одноцилиндровых двигателей внутреннего сгорания (ДВС), является важным этапом проектирования двигателя в целом. В настоящее время на промышленных предприятиях используются два способа балансировки: аналитический и аппаратный. Аналитический способ сводится к расчету потребной массы противовесов коленчатого вала ДВС. Однако данный способ нельзя назвать эффективным. Это связано с тем, что существующие методы позволяют лишь приближенно рассчитать массу противовесов, устанавливаемых на коленчатом валу. Также во время проектирования неизбежно вносятся изменения в конструкцию кривошипно-шатунного механизма. Поправки в расчетах приводят к постоянному изменению массы всего механизма, а следовательно, и к изменению параметров коленчатого вала. Помимо этого, расчет получается громоздким и не может учитывать все параметры. Впоследствии на основании расчетов изготавливается натурный образец, который балансируется аппаратным способом. При аппаратном способе балансировка производится на станочном оборудовании опытным путем или с помощью специализированных стендов. В ходе опытов достигаются необходимые параметры и вносятся изменения в конструкцию коленчатого вала путем изменения массы его противовесов. Однако этот способ весьма неэффективен: он весьма трудоемок и при его использовании затрачивается большой человеческий и материальный ресурс. Это приводит к увеличению времени проектирования, неоправданным материальным и трудовым затратам и как следствие к удорожанию выпускаемой продукции. Решением указанной проблемы может стать использование технологий CAD/CAM-моделирования.

В практике расчета и изготовления ДВС различают статическую и динамическую балансировку кривошипно-шатунного механизма одноцилиндрового двигателя. Суть статической балансировки заключается в том, что коленчатый вал балансируется отдельно от маховика. Динамическая балансировка производится в собранном виде. В данной статье будет рассмотрен вопрос определения условий статической балансировки коленча-

того вала одноцилиндрового дизельного двигателя с использованием информационных 3D-CAD-технологий.

Работу по статической балансировке коленчатого вала одноцилиндрового ДВС можно разделить на три основных этапа:

1. Построение цифровой 3D-модели кривошипно-шатунного механизма. В дальнейшем данная модель станет основой для расчета.
2. Сбор и анализ необходимых параметров для расчета.
3. Статическая балансировка коленчатого вала с использованием информационных технологий.

На первом этапе создается цифровая 3D-модель кривошипно-шатунного механизма. Работы по созданию твердотельной модели производились с использованием программного пакета Autodesk Inventor. После создания твердотельных моделей всех деталей осуществлялась их сборка в единый механизм с указанием связей между ними (рис. 1).

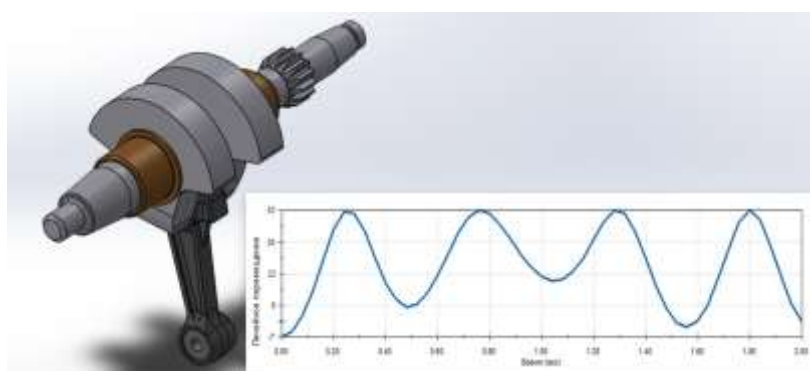


Рис. 1. Цифровая 3D-модель кривошипно-шатунного механизма проектируемого ДВС

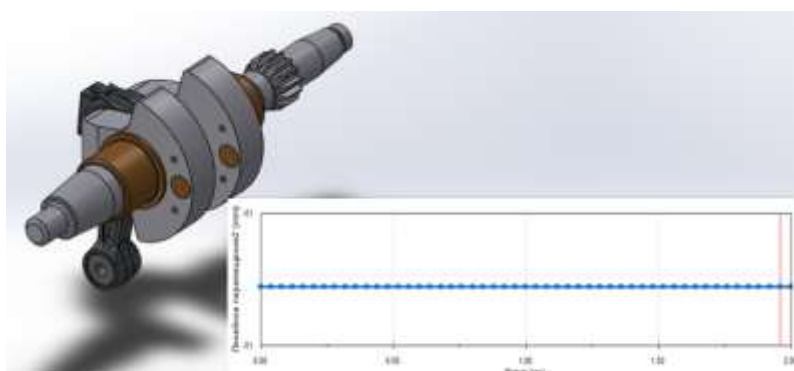
После построения цифровой модели задается материал каждому элементу. На основании выбранного материала вычисляются массовые и инерционные характеристики каждой детали. Для упрощения модели и соответственно расчета часть деталей представляется в виде балластного груза. Балластный груз для дальнейшего расчета был выполнен в виде втулки, масса которой равняется массе балансировочного груза. Данная втулка установлена концентрично верхней головке шатуна. Описанные выше работы относятся ко второму этапу расчетов.

На последнем этапе производится статическая балансировка с использованием программного пакета анализа движения SolidWorks Motion, входящего в состав SolidWorks. Сначала задаются граничные условия: балан-

сируемый коленчатый вал установлен в подшипники, в которых он может свободно вращаться, на всю систему накладывается сила тяжести. Проверка статической уравновешенности производится в четырех положениях. Если хотя бы в одном из положений система уходит из равновесия, то необходимо изменить массу противовесов коленчатого вала: созданием отверстия для уменьшения массы или использованием вставок из материалов большей плотности (например, свинца) для ее увеличения. Для контроля статического уравновешивания в качестве контролируемого параметра была задана функция линейного перемещения щеки коленчатого вала от времени. Приведем такой график при проверке горизонтального статического равновесия коленчатого вала (рис. 2).



a)



б)

Рис. 2. Зависимость линейного перемещения щеки: *a)* неуравновешенного коленчатого вала от времени; *б)* уравновешенного коленчатого вала

Из рис. 2 видно, что система выходит из состояния равновесия. После получения результатов для остальных положений было предложено изменить массу противовесов путем добавления в них свинцовых вставок. Изменяя их размер и количество, удалось добиться статического равновесия коленчатого вала для всех его исследуемых положений. Таким образом, используя технологии CAD/CAM-моделирования, удалось осуществить статическую балансировку проектируемого коленчатого вала одноцилиндрового двигателя, исключая натурный эксперимент.

МИКРОСЕРВИСНАЯ АРХИТЕКТУРА В ПРОМЫШЛЕННОЙ РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Е. А. Мазуркевич

Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники, Минск

Целью настоящей работы является рассмотрение преимуществ использования микросервисной архитектуры в промышленной разработке программного обеспечения и оценка эффективности применения данной архитектуры. Оценкой эффективности использования служат качество конечного программного продукта и трудозатраты на разработку и поддержку приложения. Качество продукта представляет собой совокупность таких характеристик, как отказоустойчивость приложения, эффективность работы, ресурсоемкость, структурность, модифицируемость, возможность масштабирования, количество ресурсов необходимых для увеличения производительности или надежности приложения.

Микросервисная архитектура – вариант сервис-ориентированной архитектуры программного обеспечения, ориентированный на взаимодействие небольших, насколько это возможно, слабо связанных и легко изменяемых модулей – микросервисов. Философия микросервисов подразумевает, что каждый сервис должен «делать что-то одно и делать это хорошо» и взаимодействовать с другими сервисами простыми средствами [1]. Основные характеристики микросервисной архитектуры определяются принципами слабой связи между сервисами и высокой связанностью внутри сервиса. Приложение с микросервисной архитектурой отличается четкой структурой сервисов, которые представляют собой часть функционала приложения [2]. Также преимуществом приложений с данным типом архитектуры является независимое развертывание сервисов, поскольку микросервисы являются автономными, что уменьшает время развертывания и обновления функционала. Положительным образом данная архитектура влияет на работоспособность приложения, поскольку при остановке нескольких сервисов приложение продолжит работать, однако часть функционала в данном случае может быть недоступна. Кроме того, ее немаловажным преимуществом является технологическое разнообразие, которое позволяет с легкостью использовать различные языки программирования, среды разработки и технологии и средства хранения данных [3].

Основным недостатком микросервисной архитектуры является поддержка согласованности состояний и консистентности данных [4]. По этой причине каждому сервису необходимо обеспечивать согласованность само-

стоятельно, что требует дополнительных трудозатрат и внимания разработчика. Также явным ее недостатком является дополнительная сложность работы с распределенной системой и дополнительные времязатраты на удаленные вызовы между сервисами, что негативно сказывается на общем времени работы системы.

Микросервисная архитектура подходит далеко не всем видам приложений. Как правило, она используется в больших веб-приложениях, работа над которыми ведется большой командой разработчиков. Во-первых, данная архитектура позволяет разграничить зоны ответственности разработчиков на большом проекте и быстрее ввести их в разработку, во-вторых, она легко реализуется и поддерживается многими облачными сервисами (IaaS), которые предоставляют стандартные инструменты для масштабирования приложения, перезапуска остановившихся сервисов и балансировки нагрузки на сервисы приложения. Использование данной архитектуры нецелесообразно в контексте небольших приложений, где большая часть трудозатрат будет направлена на создание и поддержку инфраструктуры (рисунок).

Простое приложение, где поддержка микросервисов несет дополнительную нагрузку и уменьшает продуктивность



Продуктивность разработки микросервисной и монолитной архитектур в зависимости от сложности приложения

Применение микросервисной архитектуры будет полезным в следующих случаях:

– приложение настолько большое, что не все участники команды разработки ориентируются во всех его частях;

- трудозатраты на добавление нового функционала растут;
- приложение работает недостаточно эффективно, появляется необходимость масштабирования его отдельных частей;
- отдельные части приложения работают нестабильно, что влияет на общую надежность системы.

Список литературы

1. Wagner, B. NET Microservices: Architecture for Containerized .NET Applications / B. Wagner, C. de la Torre, M. Rousos. – Redmond, Washington, 2018.
2. Microservices – a Definition of This New Architectural Term [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.martinfowler.com/articles/microservices.html>. – Дата доступа: 19.03.2019.
3. Newman, S. Designing Fine-Grained Systems / S. Newman. – Sebastopol: O'Reilly, 2015.
4. Microservices, SOA, and APIs [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ibm.com/developerworks/websphere/library/techarticles/1601_clark-trs/1601_clark.html. – Дата доступа: 19.03.2019.

НЕЙРОСЕТЕВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ В СИСТЕМАХ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ПО ДАННЫМ ТЕЛЕМЕТРИИ

Е. Е. Марушко

Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, Минск
e-mail: marushkoe@gmail.com

В докладе рассматривается задача прогнозирования сигналов в виде телеметрической информации от средств контроля технических объектов. Телеметрические данные могут рассматриваться как многомерный временной ряд, и задача прогнозирования данного ряда представляется в следующем виде: по известному текущему значению последовательности $y(k)$ и некоторой предыстории $y(k-1), y(k-2), \dots, y(k-m)$ дать оценку значения $y(k+1)$ [1]. Каждый элемент последовательности $y(k)$ представляет собой набор значений в момент k . Длина предыстории m , которая используется для прогнозирования, называется временным окном.

Широкое распространение для решения задач прогнозирования находит нейросетевой подход [2, 3]. Определение оптимальных параметров алгоритмов обучения нейронных сетей (НС) или архитектуры НС может быть выполнено с помощью поиска гиперпараметров. Наиболее используемыми методами являются сеточный поиск, случайный поиск и эволюционный алгоритм [4].

Предлагаемая нейросетевая технология обработки телеметрических сигналов включает пять этапов: разработку нейросетевой модели, формирование обучающей выборки, определение алгоритма обучения, разработку методики тестирования модели, имплементацию модели в средствах контроля и мониторинга.

Для реализации нейросетевой модели разработан ансамбль НС (АНС), выходное значение которого формируется как взвешенная сумма выходов отдельных НС [5]. АНС включает 20 НС. В качестве базового элемента АНС используется многослойный персептрон с одним скрытым слоем с нелинейной функцией активации \tanh , обучение одиночной НС осуществляется алгоритмом RProp [6].

Разработаны алгоритмы формирования обучающих выборок и инкрементного обучения АНС. Алгоритм формирования обучающих выборок включает построение автоассоциативной НС, предназначенной для нелинейного уменьшения размерности входных данных. Формирование обучающих примеров осуществляется по принципу скользящего окна. При этом выполняется масштабирование (приведение данных в диапазон

[-1, 1]) входов и выходов. Инкрементное обучение АНС [5, 7] подразумевает оценку точности всех моделей и их ранжирование по точности на каждой итерации прогнозирования.

В методике тестирования АНС для оценки точности использовалась восьмикратная перекрестная проверка с ранним остановом. Для оценки качества обученных НС и АНС, а также для сравнения различных архитектур АНС используются средний квадрат ошибки и средняя абсолютная ошибка.

Целью проведенного эксперимента было определение оптимальных гиперпараметров АНС размера скрытого слоя и размера временного окна прогнозирования. Для этого использовался сеточный поиск [5].

Были выбраны диапазоны для гиперпараметров АНС: от 8 до 120 дней для окна прогнозирования, от 8 до 120 нейронов для скрытого слоя.

Наименьшая ошибка была получена при размере временного окна прогнозирования, равном 56 дней, и размере скрытого слоя 48 нейронов.

В таблице представлены оценки среднеквадратичной ошибки (СКО) и средней ошибки в процентах (СОП) для параметра «напряжение батареи» системы энергоснабжения белорусского космического аппарата без масштабирования значений.

Оценка ошибки модели для параметра «напряжение батареи»

Прогнозируемый параметр	СКО	СОП
Минимальное значение	0,2925	0,4938
Максимальное значение	0,0152	0,1485
Среднее значение	0,0525	0,2280

Данная нейросетевая технология обработки сигналов от средств контроля технических объектов на основе взвешенных АНС предоставляет интеллектуальный инструмент решения задач прогнозирования в различных системах мониторинга и контроля технических объектов. В качестве потенциальных потребителей результатов данных исследований выступают наземные командно-измерительные комплексы управления полетами космических аппаратов.

Работа выполнена при финансовой поддержке БРФФИ (проект № Ф18В-005) и ГКНТ Республики Беларусь (проект № Ф18ПЛШГ-008П).

Список литературы

1. Лысяк, А. С. Прогнозирование многомерных временных рядов / А. С. Лысяк, Б. Я. Рябко // Вестник СибГУТИ. – 2014. – № 4. – С. 75–88.
2. Обзор стандартов и концепция построения средств мониторинга, контроля и диагностики космического аппарата / В. М. Хачумов [и др.] //

Программные системы: теория и приложения. – № 3(26), ч. 6. – 2015. – С. 21–43.

3. Михайлов, А. С. Проблемы и перспективы использования искусственных нейронных сетей для идентификации и диагностики технических объектов / А. С. Михайлов, Б. А. Староверов // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2013. – № 3. – С. 64–68.

4. Ткаченко, М. Г. Применение искусственной нейронной сети, оптимизированной генетическим алгоритмом, в задаче анализа состояния технологического оборудования нефтегазодобывающей промышленности / М. Г. Ткаченко // Известия Южного федерального университета. Сер. Технические науки. – 2014. – № 7 (156). – С. 262–270.

5. Doudkin, A. Ensembles of Neural Network for Telemetry Multivariate Time Series Forecasting / A. Doudkin, E. Marushko // Pattern Recognition and Image processing. Communications in Computer and Information Science (PRIP 2016, CCIS) / eds. V. V. Krasnoproshin, S. V. Ablameyko. – Springer International Publishing AG, 2017. – P. 53–62.

6. Riedmiller, M. A direct adaptive method for faster backpropagation learning: The RPROP algorithm / M. Riedmiller, H. Braun // Proc. of the IEEE Intern. Conf. on Neural Networks (ICNN), San Francisco, 1993. – San Francisco, 1993. – P. 586–591.

7. Elwell, R. Incremental Learning of Variable Rate Concept Drift / R. Elwell, R. Polikar // MCS. – Vol. 5519 of Lecture Notes in Computer Science. – Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag, 2009. – P. 142–151.

5. Bengio, Y. Random Search for Hyper-Parameter Optimization / Y. Bengio J. Bergstra // J. Machine Learning Research. – No. 13. – 2012. – P. 281–305.

ЭФФЕКТИВНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ НА ГЕТЕРОГЕННЫХ УСТРОЙСТВАХ

В. В. Мацкевич

Белорусский государственный университет, Минск

e-mail: matskevich1997@gmail.com

В последние годы наблюдается устойчивый тренд на увеличение производительности компьютерных систем за счет создания новых типов вычислительных устройств. Так, в современных компьютерах вместе с многоядерными процессорами часто используются различного рода видеокарты. Такое сочетание гетерогенных устройств накладывает дополнительные условия на организацию вычислительного процесса. Возникает далеко не тривиальная задача: как правильно распределить на вычислительных устройствах объем обрабатываемых данных, чтобы суммарное время обработки данных было минимальным [1–3], т. е. возникает естественная проблема эффективного использования имеющихся в распоряжении пользователя вычислительных мощностей компьютера.

В общем виде данную проблему можно сформулировать как оптимизационную задачу.

Пусть задано множество вычислительных операций S_q , которые необходимо совершить для решения прикладной задачи, и множество допустимых разбиений на m_q непересекающихся, независимых попарно поднаборов P_{qi} , $i = \overline{1, m_q}$, одинаковой мощности, где m_q – достаточно большое число. Используемый для решения задачи компьютер содержит n вычислительных устройств, и каждое i -е устройство ($i = \overline{1, n}$) имеет свою вычислительную мощность U_i . Пусть S_{qi} – набор операций, обрабатываемых на i -м устройстве, и T_{qi} – время его обработки, $i = \overline{1, n}$.

Необходимо построить разбиение набора S_q , которое минимизирует общее время обработки всего набора. Формально эту задачу можно записать следующим образом:

$$\begin{cases} S_{qi} \cap S_{qj} = \emptyset; \\ \bigcup_{i=1, n} S_{qi} = S_q; \\ \max_{i=1, n} T_{qi} \rightarrow \min. \end{cases} \quad (1)$$

Нетрудно показать, что для получения минимального времени обработки необходимо выполнение двух условий: вычислительные устройства должны работать одновременно и одинаковое количество времени. С учетом этого задачу можно переписать в виде

$$\begin{cases} \frac{k_{qi}|P_q|}{U_i} = \frac{k_{qn}|P_q|}{U_n}, \forall i=\overline{1, n-1}; \\ |P_q| \sum_{i=1}^n k_{qi} = |S_q|. \end{cases} \quad (2)$$

Зафиксируем параметры $U_i, i=\overline{1, n}$, и решим систему (2):

$$\begin{cases} k_{qn} = \frac{|S_q|}{|P_q| \left(\sum_{i=1}^{n-1} \frac{U_i}{U_n} + 1 \right)}; \\ k_{qi} = \frac{U_i}{U_n} k_{qn}, \forall i=\overline{1, n-1}. \end{cases} \quad (3)$$

При вычислении k_{qi} неизвестными в системе (3) остаются соотношения мощностей вычислительных устройств.

Вполне очевидно, что такая задача является трудноразрешимой. В докладе предлагается один из вариантов эффективного использования стандартного компьютера, в котором содержится многоядерный процессор и видеокарта.

Тривиальным способом распределения данных между вычислительными устройствами является подход, основанный на использовании паспортных данных. Однако он не совсем подходит в случае видеокарты. Любая видеокарта содержит большое число ядер (порядка тысячи). При решении конкретной задачи далеко не все ее этапы можно распараллелить на такое большое число ядер. Более того, в процессе вычислений периодически может возникать проблема синхронизации вычислений. Поэтому одна и та же видеокарта в зависимости от специфики задачи может обладать разной мощностью (иногда десятикратной разницы).

Предлагается несколько иной подход, основанный на вычислительном эксперименте. Пусть x_q – некоторое подмножество операций S_q , необходимое для обработки набора S_q , и τ_{qi} – время работы i -го устройства на данном подмножестве. Тогда получим систему уравнений

$$\tau_{qi} = \frac{|x_q|}{U_i}, \forall i = \overline{1, n}. \quad (4)$$

Последнее уравнение разделим последовательно на $n - 1$ предыдущих:

$$\frac{U_i}{U_n} = \frac{\tau_{qn}}{\tau_{qi}}, \forall i = \overline{1, n-1}. \quad (5)$$

Полученное выражение достаточно точно отражает соотношение мощностей, так как оно учитывает реальные условия, в которых производятся вычисления.

Общая схема предлагаемого подхода заключается в следующем:

1. Из общего множества операций выделить небольшое по мощности подмножество операций, необходимое для обработки набора S_q .
2. Выполнить операции этого подмножества (с замером времени на их исполнение) на каждом из устройств.
3. По формуле (5) определить соотношение мощностей.
4. По формуле (3) вычислить оптимальный объем загрузки для каждого вычислительного устройства.

Эффективность данного подхода проверялась на примере решения задачи сжатия [4] с использованием стандартного компьютера (с многоядерным процессором и видеокартой). Использование подхода позволило ускорить обучение нейронной сети на 60 %.

С учетом экспериментальных исследований можно предположить, что выявленное соотношение по снижению вычислительных затрат на гетерогенных устройствах сохранится и в случае пропорционального увеличения вычислительных мощностей процессора и видеокарты. Поэтому описанные в работе идеи могут оказаться полезными при обработке больших объемов данных на гетерогенных кластерных вычислителях, которые активно развиваются в настоящее время.

Список литературы

1. Pavan, B. Programming Models for Parallel Computing (Scientific and Engineering Computation) / B. Pavan. – The MIT press, 2015. – 488 p.
2. Voevodin, V. V. Parallel Computations / V. V. Voevodin. – BHV Saint Petersburg, 2004. – 608 p.
3. Gregory, R. Andrews. Foundations of Multithreaded, Parallel and Distributed Programming / R. Andrews Gregory. – Pearson, 2000. – 688 p.
4. Matskevich, V. V. Algorithm for fast image compression on heterogeneous computing devices / V. V. Matskevich, V. V. Krasnoproshin // OSTIS : сб. науч. тр. – Минск, БГУИР, 2019. – Вып. 3. – С. 265–268.

ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ МЕЖДУНАРОДНОГО СТАНДАРТА БЕЗБУМАЖНОГО ОФОРМЛЕНИЯ И СОПРОВОЖДЕНИЯ ГРУЗОВЫХ АВИАПЕРЕВОЗОК E-FREIGHT

З. В. Машарский

Белорусский научно-исследовательский институт
транспорта «Транстехника», Минск
e-mail: avia@niit.by

E-Freight – международный проект (инициатива) электронного оформления и сопровождения грузовых авиаперевозок, разработанный и рекомендованный Международной ассоциацией воздушного транспорта, подразумевает электронный обмен документами, осуществляемый участниками грузовой авиаперевозки между собой и с представителями контрольно-надзорных органов государственной власти на воздушных пунктах пропуска по маршруту следования груза.

Переход на стандарт e-Freight и внедрение механизма «единое окно» позволят значительно повысить эффективность работы авиакомпаний, ускорить и упростить обмен документацией между бизнесом и государственными органами, а также будут способствовать развитию аэропортов Республики Беларусь в международных транзитных транспортных коридорах.

При внедрении стандарта e-Freight предусматривается в первую очередь определение территорий (аэропортов), на которых устанавливаемые стандартом e-Freight бизнес-процессы, процедуры, электронные документы и сообщения используются на основе:

- действующих на этой территории законов, норм и правил;
- ограничений, накладываемых программно-коммутиационными средствами электронной таможни (e-Customs);
- поддержки со стороны соответствующих органов власти и заинтересованных отраслевых предприятий и организаций.

Следует отметить, что в целом процесс реализации начинается с «шага 0» – выбора аэропорта, готового к применению e-Freight, и заканчивается, когда аэропорт считается способным работать по данной технологии. Критерием способности работать по технологии e-Freight является успешное выполнение первых перевозок.

Оценка готовности и определение «узких» мест производится на основе базовых требований для участников процесса перевозки груза.

Как правило, «узкие» места и недостатки группируются в трех направлениях:

- возможность информационного обмена электронными сообщениями с другими участниками грузовой перевозки;
- возможность хранения электронной информации;
- возможность использования электронного документооборота и взаимодействия внутри организации.

Разработка внутренних операционных процедур во многом связана с необходимостью при применении e-Freight вносить изменения в существующие бизнес-процессы. Эти операционные процедуры должны основываться на базовом процессе и процедурах, определенных Международной ассоциацией воздушного транспорта: для аэропорта – на правилах и ограничениях, установленных государством, на территории которого выполняется внедрение, а для авиакомпании – на правилах и ограничениях, установленных государством, куда она планирует перевозить грузы с импортируемыми товарами и откуда – грузы с экспортируемыми товарами.

После написания документов они должны быть проверены на отсутствие ошибок и несоответствий путем:

- аналитического прослеживания шаг за шагом в последовательности, определенной документом;
- оценки технологичности и реальности положений, которые зафиксированы в разработанных документах, а именно:
 - практическая реализуемость операционным персоналом компании;
 - поддержка существующими информационно-коммуникационными технологиями компании, в противном случае необходимо определить «узкие» места, которые должны быть решены в дальнейшем;
 - поддержка существующим набором формализованных сообщений, в противном случае должны быть определены соответствующие «узкие» места;
 - совместимость с процессами контрагентов и их операционными процедурами.

По результатам такой проверки принимается окончательная редакция внутренних операционных процедур. Параллельно с разработкой внутренних операционных процедур должны быть определены требующиеся изменения в существующем бизнес-процессе. Как правило, эти изменения включают такие области, как обработка документов, обмен сообщениями и электронными данными, архивирование документов и выполнение вспомогательных функций.

Устранение «узких» мест и недостатков в программном и информационно-коммуникационном обеспечении может быть выполнено тремя основными путями:

- собственная разработка;
- заказ разработки у организации-разработчика;
- приобретение готового решения.

Целью проверки общей готовности данных к обмену по определенной коммуникационной сети является то, что технические возможности внедренных средств соответствуют потребностям и уровень качества процессов подготовки и обмена сообщениями находится на приемлемом уровне.

Одним из важных моментов при внедрении стандарта e-Freight является подготовка персонала в этой области. При подготовке персонала рекомендуется, чтобы обучение персонала участников процесса авиаперевозки грузов с использованием стандарта e-Freight происходило по специально разработанному на базе внутренних операционных процедур учебному материалу и с тем персоналом, которого затрагивают изменения в операционной деятельности.

При технической готовности и обученности персонала выполняются тестовые грузовые отправки, при которых проверяется взаимодействие всех участников, задействованных в перевозке груза по технологии e-Freight.

Тестовая грузовая отправка представляет собой реальную отpravку груза, которая еще сопровождается бумажными документами в запечатанном отдельном конверте. Если конверт вскрывается, то причины вскрытия должны быть проанализированы и устранены в дальнейшем. Для плавного перехода от бумажной к безбумажной технологии работы следует иметь разработанные планы действий на случай сбойных ситуаций. Эти планы должны включать определенные положения, которые четко бы определяли, как возможный сбой должен быть отработан и кто является ответственными лицами за коммуникацию с другими участниками грузовой авиаперевозки.

Когда все готово (внутренние операционные процедуры разработаны и отлажены, программное обеспечение и информационно-коммуникационное оборудование установлено и протестировано, персонал обучен и прошел тренировку, тестовые грузовые отправки успешно выполнены), появляются необходимые условия для начала реальной эксплуатации технологии e-Freight. Необходимо, чтобы дата начала реальной работы была согласована всеми участниками процесса. Начиная с этой даты грузовые перевозки по стандарту e-Freight выполняются в соответствии с принятыми операционными процедурами и считается, что с этого времени e-Freight внедрен и реально используется.

Переход от традиционного документооборота к электронному по технологии e-Freight позволяет существенно оптимизировать процесс оформления грузов, сокращая транспортный цикл в среднем на 24 ч. Кроме того, технология повышает надежность и точность всей логистической цепочки – информацию о грузе достаточно ввести только в пункте отправки, а данные о его местоположении доступны в режиме реального времени на всем маршруте следования.

ПРИНЦИПАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

А. И. Менайлюк, А. Л. Никифоров
Одесская государственная академия
строительства и архитектуры, Украина
e-mail: nikiforov.aleksey@yahoo.com

Целью работы является разработка схемы использования информационных средств при управлении в строительстве с учетом современного уровня развития компьютерных технологий, требований системы менеджмента качества и традиционных методов научной организации труда и управления.

Инвестиционно-строительные проекты характеризуются высокой степенью детализации действий и привязкой к месту проведения работ. Эта специфика предполагает постоянное обеспечение качества продукта и процессов проекта в условиях их повышенной сложности и комплексности (рис. 1).



Рис. 1. Принципиальная схема управления типовым инвестиционно-строительным проектом

Строительная деятельность является проектно-ориентированной. Упорядочить управление согласно Руководству по управлению проектами [1] возможно, применив один из основных принципов системы менеджмента качества [2] (документарную фиксацию управленческих воздействий) совместно с традиционным решением научной организации труда и управления в строительстве [3] – технологической картой. Для этого необходимо: расширить понятие «технологическая карта» до понятия «конструктивно-технологическое решение», сформировать базу знаний предприятия на основании шаблонов конструктивно-технологических решений, на основании данных шаблонов формировать модели операционной деятельности организации (взаимосвязанные модели продукта и процессов проекта), осуществлять документарную выдачу заданий и приемку конечного результата с помощью моделей (рис. 2).



Рис. 2. Принципиальная схема использования информационных средств при управлении в строительстве

Разработанная схема (рис. 3) показывает, что основными элементами системы «Управление в строительстве с помощью информационных технологий» являются: справочник конструктивно-технологических шаблонов, построенный на принципах управления знаниями и научной организации труда и управления, и модели продукта и процессов проекта, содержащие версии продукта и процессов проекта «целевой план», «оперативный план» и «факт», структурированные согласно подходу по рис. 1.

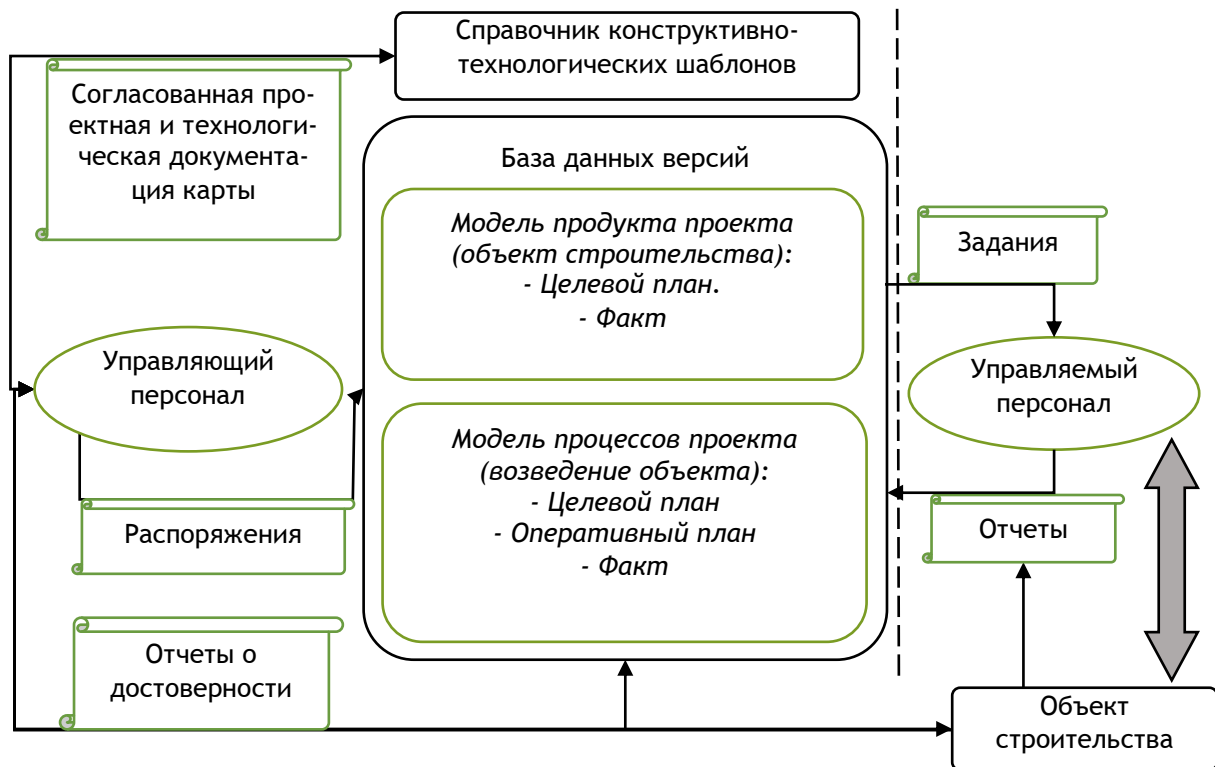


Рис. 3. Функциональная схема использования информационных средств при управлении в строительстве

Эффективность использования информационных средств при применении разработанных схем (рис. 2 и 3) в строительстве выражается в следующих фактах:

- точный и своевременный контроль реализации процессов проекта и его продукта, выработки исполнителей и эффективности управленцев;
- объективность данных о проекте за счет формирования взаимосвязанных моделей продукта и процессов проекта;
- документарная ролевая фиксация ответственности;
- структурирование данных и упорядочение коммуникаций;
- снижение непроизводительных затрат, повышение степени реализуемости расписания и стоимости инвестиционного проекта.

Список литературы

1. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK guide). – Pennsylvania : Project Management Institute, 2017. – 762 p.
2. Управління задля досягнення сталого успіху організації. Підхід на основі управління якістю (ISO 9004:2009, IDT) : ДСТУ ISO 9004:2012. – Київ : Мінекономрозвитку України, 2013. – 45 с.
3. Ерёмин, И. В. Научная организация труда и управления в строительстве / И. В. Ерёмин. – М. : Высшая школа, 1970. – 260 с.

ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ МНОГОКАНАЛЬНЫХ СПЕКТРОЗОНАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ АВИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Н. И. Мурашко¹, В. М. Станкевич², А. В. Андреев³, И. П. Аниськов⁴

¹Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, Минск

²Университет гражданской защиты МЧС Беларуси, Минск

³Республиканский центр управления и реагирования на чрезвычайные ситуации МЧС Беларуси, Минск

⁴Научно-исследовательский экономический институт Министерства экономики Республики Беларусь, Минск

В Республике Беларусь постоянно совершенствуется система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций [1]. Система включает комплекс авиационного мониторинга чрезвычайных ситуаций (ЧС), требования к которому зависят от решаемых задач. В настоящее время в Республике Беларусь отсутствуют отечественные средства оперативного обнаружения ЧС и их последствий, которые базируются на беспилотной авиации.

Созданный в 2017 г. в рамках программы Союзного государства «Мониторинг – СГ» многоканальный гиростабилизированный аппаратно-программный комплекс (АПК) «Спектр» дистанционного наблюдения обеспечивает оперативное получение снимков (кадров) видимого, ближнего инфракрасного и среднего инфракрасного (теплого) диапазонов [2]. Технические характеристики АПК «Спектр» соответствуют лучшим иностранным образцам: UltraCam Eagle (США), A3 Edge (Израиль), CS-15000 (Канада), Quattro DigiCAM (Германия). В докладе рассматриваются проблемы разработки многоканального спектрального комплекса – составной части полезной нагрузки беспилотных летательных аппаратов (БЛА), предназначенной для мониторинга ЧС на местности и оценки их последствий.

Основные требования к многоканальному комплексу авиационного мониторинга чрезвычайных ситуаций

Полезная нагрузка БЛА должна обеспечивать решение следующих задач в части обнаружения ЧС и оценки их последствий:

- дистанционное обнаружение признаков пожара в лесу на расстоянии до 10 км;
- обнаружение очагов пожара в лесу и на торфянике, ледовых заторов и разливов рек в период весеннего половодья, последствий пожара и урагана в лесу;

- обнаружение тепловых аномалий на объектах тепло-, электроэнергетики, включая подземные теплотрассы;
- информационная поддержка наземных сил подразделений МЧС в реальном времени.

В состав полезной нагрузки должны входить спектрозональные цифровые фотокамеры видимого, ближнего NIR и среднего SWIR диапазонов, модуль измерения высоты съемки, гириостабилизированная платформа (подвес), модуль позиционирования на базе приемника спутниковой навигации (ГЛОНАСС, GPS), бортовой вычислительный комплекс и комплекс средств передачи данных наблюдения и дистанционного управления цифровыми средствами съемки. При этом дальность передачи данных с борта БЛА на наземный пункт управления должна быть не менее 100 км.

В зависимости от решаемых задач предъявляются требования к спектрозональным цифровым камерам, среди которых необходимо отметить угол зрения, пространственное, спектральное и временное разрешение, а также требования к точности определения пространственной ориентации спектрозональных камер в момент съемки.

Проблемы создания многоканального комплекса авиационного мониторинга

При проектировании полезной нагрузки необходимо учитывать экономический эффект от ее эксплуатации с учетом рисков, связанных с возможной жесткой посадкой БЛА, при которой часть оборудования может быть повреждена или уничтожена.

Высота съемки местности может находиться в пределах от 100 до 3000 м. Стоимость получения качественного цифрового снимка местности площадью 1 км² зависит от высоты съемки, пространственного разрешения и угла обзора фотокамеры. На практике целесообразно использовать объектив фотокамеры, имеющий угол зрения 60°. Для обнаружения чрезвычайных ситуаций на местности пространственное разрешение снимков, полученных с высоты 1000 м, должно быть не хуже 0,2 м. Для снижения стоимости съемки площадных объектов с разных высот целесообразно использовать объективы с переменным фокусным расстоянием. При этом возникает проблема управления системой цифровых камер полезной нагрузки.

При мониторинге ЧС природного характера используются снимки, полученные в разных спектрах видимого диапазона, например в красном и ближнем инфракрасном диапазонах [3]. При этом в зависимости от решаемой задачи используется узкая часть спектрального диапазона. Спектральное разрешение камеры зависит от оптического фильтра, который устанавливается на объектив. В этом случае возникает проблема выбора оптимального оптического фильтра.

Авиационная съемка может осуществляться при изменении освещенности местности в пределах от 100 до 100 000 люкс. Параметров экспозиции фотокамеры всего три: диафрагма, выдержка и светочувствительность. При использовании одной фотокамеры параметры экспозиции устанавливаются автоматически. Одновременная съемка местности двумя и более цифровыми камерами не предполагает автоматическую экспозицию: диафрагма и выдержка камер устанавливаются заранее. В этом случае цифровая камера формирует снимки 32-битной разрядности без потери информации. Проблема возникает при автоматическом преобразовании 32-битных изображений в 8-битные, тематическая обработка которых выполняется стандартными средствами.

Необходимо решить проблему одновременной многоканальной съемки, при которой относительное время задержки срабатывания затворов цифровых фотокамер должно быть постоянным и не должно быть размытия (смаза) изображения, которое зависит от скорости летательного аппарата – носителя полезной нагрузки.

Список литературы

1. Мурашко, Н. И. О совершенствовании системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций / Н. И. Мурашко, А. В. Андреевко, В. М. Станкевич // Вестник УГЗ. – 2019. – Т. 3, № 1. – С. 90–96.

2. Андреевко, А. В. Обнаружение последствий чрезвычайных ситуаций по данным авиационного мониторинга / А. В. Андреевко, Н. И. Мурашко, К. А. Романович // Материалы VII Белорусского космического конгресса, Минск, 24–26 октября 2017 г. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2017. – Т. 2. – С. 99–102.

3. Чандра, А. М. Дистанционное зондирование и геоинформационные системы / А. М. Чандра, С. К. Гош. – М. : Техносфера, 2008. – 312 с.

О МОДЕЛИРОВАНИИ ПОРИСТЫХ СТРУКТУР

В. В. Напрасников

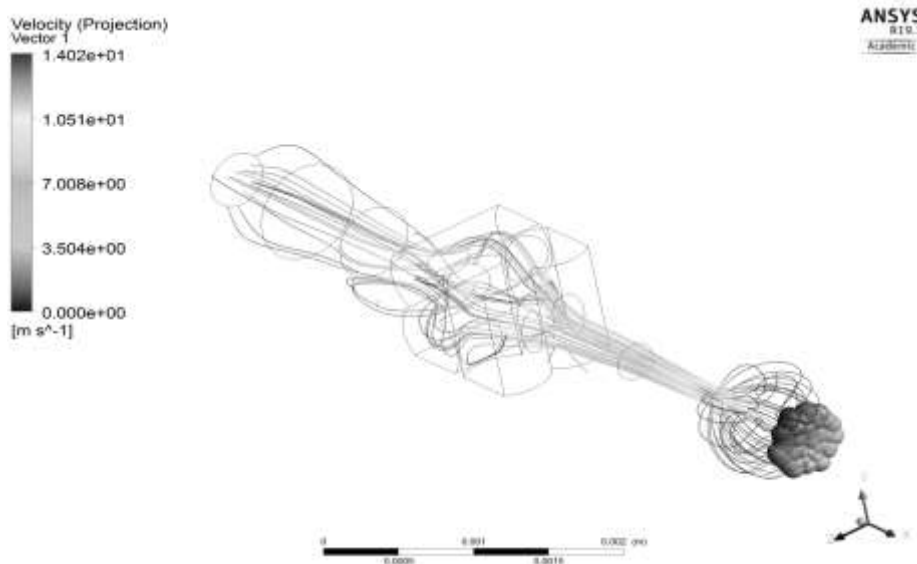
Белорусский национальный технический университет, Минск

e-mail: N_V_V@tut.by

При создании пористых материалов одной из задач является повышение фильтрующих свойств таких материалов. Качество пористого материала зависит от геометрии пор. Таким образом, необходимо иметь возможность получения результатов виртуальных испытаний пористой структуры на предмет исследования течения жидкости в этой структуре.

В докладе представлены способы построения пористых структур со следующей конфигурацией пор: сферы с постоянным проникновением, сферы с изменяющимся проникновением, сферы с изменяющимся проникновением со вставками из цилиндров с постоянным проникновением. Из подобных цепочек можно образовывать пакеты. Ниже представлены варианты расчетов полей скоростей и давлений для разных конфигураций пор. Во всех случаях использовались 60 итераций, при этом достигалась хорошая сходимость по моментам и массам.

1. Вариант со сферами и цилиндрами. На входе 2 атм, на выходе 1 атм. Вход на «узком» конце. Скорость на выходе достигает 1,40 м/с. Вихри образуются в цилиндрических вставках. Результаты численного моделирования для этого варианта представлены на рисунке.



Картина скоростей для варианта 1

2. Вариант со сферами и цилиндрами. На входе 5 атм, на выходе 1,1 атм. Вход на «широком» конце. Скорость на выходе достигает 2,66 м\с. Вихри образуются в первом слое сфер и на выходе слоя цилиндрических вставок.

3. Вариант со сферами и цилиндрами. На входе 5 атм, на выходе 1,1 атм. Вход на «узком» конце. Скорость на выходе достигает 2,86 м\с. Вихри образуются в цилиндрических вставках перед входом слоя цилиндрических вставок и перед последним слоем сфер.

4. Вариант со сферами и цилиндрами. На входе 2 атм, на выходе 1 атм. Вход на «широком» конце. Скорость на выходе достигает 1,31 м\с. Вихри образуются повсеместно в двух последних слоях сфер.

5. Вариант только с цилиндрами. На входе 5 атм, на выходе 1,5 атм, 20 итераций. Скорость на выходе достигает 1,58 м\с. Вихри не образуются.

6. Вариант только со сферами. Пакет сфер $10 \times 4 \times 4$ без уплотнения. На входе 2 атм, на выходе 1 атм. Скорость на выходе достигает 2,58 м\с. Вихри образуются в первых трех-четырех слоях из десяти.

7. Вариант только со сферами. На входе 2 атм, на выходе 1 атм. Пакет сфер $10 \times 1 \times 1$. Сильное проникновение сфер ($ALFA = 1,3$). Скорость на выходе достигает 1,77 м\с. Вихри не образуются.

8. Вариант только со сферами. На входе 2 атм, на выходе 1 атм. Пакет сфер $10 \times 1 \times 1$. Меньшее проникновение сфер ($ALFA = 1,2$). Скорость на выходе достигает 1,77 м\с. Вихри не образуются.

Полученные результаты позволяют принимать обоснованные решения по выбору структуры пористого материала, обеспечивающей рациональные параметры фильтров, а в дальнейшем ставить оптимизационные задачи.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА СОЦИАЛЬНОЙ ОГАНИЗАЦИИ С ПОМОЩЬЮ ВНЕДРЕНИЯ БИТРИКС 24

Д. А. Нор
SkySoft, Минск, Беларусь
e-mail: info@sky-soft.su

В работе описываются проблемы, которые возникают при организации труда в социальном учреждении, и то, как эти проблемы можно решить с помощью внедрения программного обеспечения под названием Битрикс 24. Рассказывается и показывается наглядно, что представляет собой данный программный продукт, как его можно адаптировать для социальной организации и в чем заключается его польза. Кроме того, в работе в общем описывается процесс внедрения программного обеспечения для того, чтобы заказчик понимал, как это делается, чтобы в процессе внедрения не возникало конфликтов с разработчиками и проблемы решались, а не множились.

В настоящее время в социальных организациях Республики Беларусь существуют некоторые проблемы в организации бизнес-процесса. Многие организации до сих пор пользуются журналами для записи клиентов и их данных или хранят эти сведения на компьютере в множестве разрозненных файлов. Кроме того, существует проблема взаимодействия между работниками учреждений, которые зачастую не могут отыскать нужную информацию. Все это приводит к потере информации и (или) путанице в данных. Как следствие качество обслуживания социальных организаций является низким, но не потому, что у работников не хватает квалификации, а в связи с тем, что плохо организован бизнес-процесс и отсутствует систематизация данных.

Для решения подобных проблем имеется множество видов программного обеспечения, но его внедрение не всегда приводит к улучшению работы учреждения в связи со следующими обстоятельствами:

- при использовании уникальных разработок (продуктов) часто очень сложно интегрировать этот программный продукт с другими;
- множество мелких компаний-разработчиков распадается, и без них практически нереально поддерживать продукт;
- писать программное обеспечение под заказ очень дорого, и у государственного учреждения часто не хватает на это средств;
- разработка или внедрение непопулярных программных продуктов ставит организацию в зависимость от разработчика, который его знает;

– при внедрении программного продукта могут возникать конфликты и недопонимания, так как разработчик просит техническое задание, а заказчик не может его написать в связи с тем, что у него (заказчика) недостаточно квалификации.

Все эти проблемы приводят к тому, что руководство организации либо просто выбрасывает деньги на разработку или внедрение программного продукта, либо не внедряет его, потому что хорошее ПО стоит дорого, а денег на внедрение и дальнейшую поддержку не хватает. В результате проблемы в организации бизнес-процесса не решаются и качество обслуживания населения остается таким же плохим.

Для решения данных проблем существует относительно недорогое решение, которое называется Битрикс 24. Этот продукт является разработкой российской компании 1С-Битрикс и очень популярен в СНГ. Он также сертифицирован на территории Беларуси. Кроме того, компания 1С-Битрикс имеет большую партнерскую сеть в Беларуси и если заказчика не устраивает качество обслуживания, то подрядчика можно без проблем заменить на другого, не потеряв качества разработки программы.

Опишем коротко, какие возможности предоставляет внедрение Битрикс 24:

1. Имеется общий чат, в котором могут общаться сотрудники. Это ускоряет их работу: не нужно бегать по кабинетам или дозваниваться друг другу.

2. Имеется общий диск, на котором могут храниться документы (они не теряются, и все сотрудники имеют к ним доступ).

3. Один документ могут редактировать несколько сотрудников. Это ускоряет их работу и уменьшает время ожидания клиентов.

4. Имеется возможность учитывать рабочее время и делать отчеты руководителю о проделанной работе. Кроме того, можно вести статистику по клиентам и сотрудникам.

5. Имеется раздел HR (кадровый), в котором хранится информация о сотрудниках и структуре организации. Это сделано для того, чтобы легко было найти, в каком отделе работает сотрудник, и посмотреть его данные (адрес, телефон, работает он или уволился и т. д.).

У Битрикс 24 существуют две версии: облачная и коробочная, но для социальной организации подойдет только коробочная версия, потому что продукт был изначально рассчитан на коммерческие компании и некоторые разделы нужно редактировать, а в облачной версии это сделать невозможно.

АЛГОРИТМ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТА НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ОТ НАВИГАЦИОННЫХ СЕРВИСОВ

Д. Н. Одинец, В. В. Соловцов

Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники, Минск

e-mail: adzinet@bsuir.by, solovtsov.vladislav@gmail.com

В настоящее время программные средства для навигации имеют большую популярность. Существующие навигационные решения предлагают следующие оптимизации поиска маршрута: быстрый маршрут и кратчайший маршрут [1, 2]. В данной работе будет предложен алгоритм оптимизации маршрутов по ресурсам, которые должны быть затрачены для преодоления маршрута.

Постановка задачи: требуется найти маршрут между двумя точками (маршрут также может включать некоторое количество промежуточных точек), на прохождение которого должно быть затрачено наименьшее количество ресурсов. Будем исходить из того, что на подъем расходуется больше ресурсов, чем на спуск, тогда наименее затратный – маршрут с наименьшим количеством подъемов.

Начальные данные: маршрут, который включает в себя точку отправления, точку назначения и произвольное количество промежуточных точек.

В работе использован сервис Google Maps как поставщик данных электронной карты местности. Возможные маршруты между соседними двумя точками маршрута получаются с помощью сервиса Google Maps Directions API [3]. Также в работе будут использованы значения высот для точек маршрута, которые получаются с помощью сервиса Google Maps Elevation API [3].

Идея состоит в том, чтобы каждому маршруту между каждыми соседними двумя точками присвоить вес. Для этого маршрут разбивается на множество участков, для каждого из них известны длина L , высота начальной точки H_{start} и высота конечной точки участка H_{end} .

Введем понятие функционала энергии:

$$E = f(\alpha), \quad (1)$$

где α – угол наклона участка маршрута. Угол может быть рассчитан по формуле

$$\alpha = \sin \frac{H_{\text{end}} - H_{\text{start}}}{I}. \quad (2)$$

Введем понятие функционала затрат:

$$b = f(E, L), \quad (3)$$

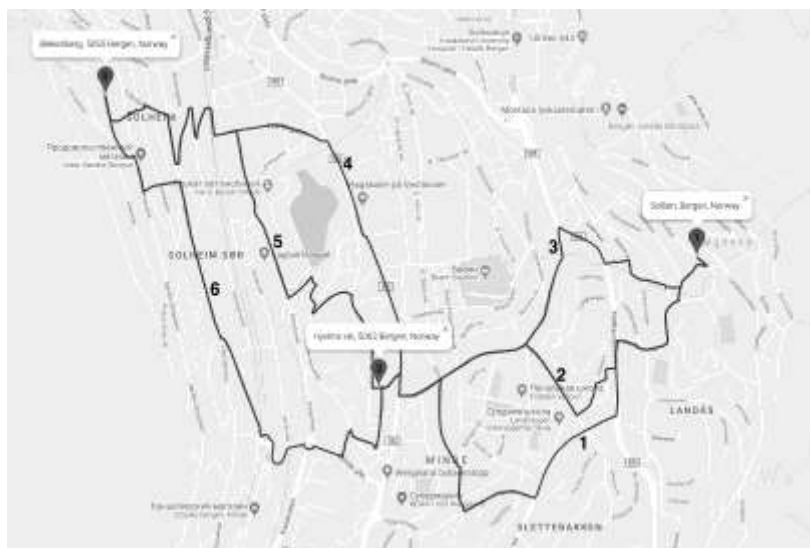
где E – введенный ранее функционал затрат, L – длина участка.

Значение веса для всего маршрута будет высчитываться как сумма значений функционала затрат для каждого участка:

$$B = \sum_{i=1}^n b_i. \quad (4)$$

Веса рассчитываются для каждого маршрута. Таким образом, каждому маршруту будет соответствовать свой суммарный вес, пропорциональный затратам на его прохождение. Искомый маршрут – это маршрут, состоящий из соответствующих частей с наименьшими значениями рассчитанных весов.

Результаты испытаний. Пример работы алгоритма представлен поиском маршрута, включающего промежуточные путевые точки, в городе Берген, Норвегия. Точка отправления – Sollien, точка назначения – Hjelms vei 5063, промежуточная точка – Vlekenberg 5055 (рисунок).



Маршруты между путевыми точками

Маршруты и соответствующие веса, рассчитанные по алгоритму, представлены в таблице.

Весы маршрутов, Берген, Норвегия

Номер	Начало	Конец	Вес
1	Sollien	Hjelms vei 5063	2263.027697
2	Sollien	Hjelms vei 5063	1826.003682
3	Sollien	Hjelms vei 5063	1746.870884
4	Hjelms vei 5063	Blekenberg 5055	2376.71356
5	Hjelms vei 5063	Blekenberg 5055	2483.69777
6	Hjelms vei 5063	Blekenberg 5055	2279.71571

Исходя из данных таблицы, искомый маршрут будет состоять из двух частей, а именно маршрута 3 и маршрута 6, так как именно эти маршруты имеют наименьшие значения весов для своих участков пути.

Анализ проведенных испытаний позволяет сделать вывод, что результат работы алгоритма лучше, чем аналогичное решение от Google Maps для холмистой и гористой местности. Для равнинной местности итог работы алгоритма совпадает с результатами, которые получены от Google Maps. Для холмистой и гористой местности описанный алгоритм выбирает маршруты, отличающиеся от Google Maps меньшим содержанием количества подъемов, что соответственно делает маршруты менее энергозатратными.

Список литературы

1. Тарасян, В. С. Оптимизация пути в неоднородной среде / В. С. Тарасян, А. Я. Полушкин // *Фундаментальные исследования* [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=41828>. – Дата доступа: 27.02.2019.
2. Improving Operations with Route Optimization – Towards Data Science [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://towardsdatascience.com/improving-operations-with-route-optimization-4b8a3701ca39>. – Дата доступа: 27.02.2019.
3. Developer Guide | Directions API | Google Developers [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <https://developers.google.com/maps/documentation/directions/intro>. – Дата доступа: 27.02.2019.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МНОГОПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОЙ СИСТЕМЫ РЕГИСТРАЦИИ ДЛЯ РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

В. А. Пантюхов, И. В. Акиншева

Могилевский государственный университет продовольствия, Беларусь

e-mail: starrina@mail.ru

Приложение Community-app было создано в качестве платформы для регистрации новых приложений и предоставления этим приложениям единого API (Application Programming Interface) для обеспечения двухстороннего взаимодействия. Цель проекта заключается в предоставлении различным пользователям возможности формировать запросы к административной утилите Community-app для добавления нового приложения в платформу. Community-app предоставляет общие статистические данные и базу данных пользователей для всех зарегистрированных приложений.

Для разработки серверной и клиентской частей приложения использовался язык TypeScript, который при помощи инструмента разработки webpack компилировался в JavaScript, причем в такую его версию, которая была бы доступна на всех браузерах и максимально оптимизирована. Сам язык TypeScript предоставлял для разработки приложения Community-app систему типизации, классы, интерфейсы, возможность реализации наследования, декораторы, дженерики и другие преимущества современного языка программирования.

При разработке данного приложения использовались следующие технологии. Общие: `concurrency` – консольное расширение для одновременного, последовательного исполнения нескольких команд из командной строки. Для серверной части: `@sendgrid/mail` – пакет для автоматической отправки писем на почтовый ящик пользователя; `axios` – пакет для работы со стандартными API-запросами (например, GET, POST, UPDATE, DELETE); `bcryptjs` – пакет для шифровки данных; `cors` – пакет, предоставляющий middleware-функциональность для `express.js`, а также позволяющий предоставить доступ к ресурсам другого домена; `express.js` – фреймворк для создания веб-приложений в среде исполнения `node.js`; `inversify` – пакет, предоставляющий возможность внедрения DI (Dependency Injection) для грамотного разделения логики приложения, `inversify-express-utils` – расширение стандартного пакета `inversify` для `express.js`-фреймворка; `inversify-inject-decorators` – расширение стандартного `inversify`, предоставляющее декораторы для написания программного кода на `typescript.js`; `inversify-logger-middleware` – расширение стандартного пакета `inversify`, предоставляющее middleware-логику, работающую через `express.js` и rea-

лизирующую функции логирования API-запросов и сохранения логов в отдельном файле; sequelize – пакет, предоставляющий ORM (объектно-реляционное отображение, или преобразование) для связи с базой данных Mysql; passport – пакет, предоставляющий middleware-функциональность для создания защищенных API в среде фреймворка express; validator – библиотека для валидации API-запросов на клиентской части приложения. Для клиентской части: React – библиотека для построения SPA(Single Page Application)-приложений; @material-ui/core, @material-ui/icons – пакеты для корректной работы библиотеки компонентов MaterialUiReact; d3 – библиотека для визуального отражения статистической информации (например, построения графиков), работающая с форматом svg; echarts – библиотека для работы с файлами формата .svg, предоставляющая готовые решения для визуального отображения данных; i18next, i18next-browser-languagedetector, react-i18next – пакеты для внедрения элементов локализации на веб-страницу в среде React; socket.io-client – библиотека, реализующая двухстороннее соединение с сервером, и др.

Для создания системы аутентификации пользователя применялась библиотека passport, позволяющая легко добавить middleware для запросов. Механизм аутентификации заключается в следующем: пользователь регистрируется, его данные добавляются в базу данных, пароль доступа к данным пользователя кодируется. После кодирования приложение направляет пользователя на страницу логирования, где он вводит свои данные. Затем сервер возвращает JWT-token, в котором зашифрованы данные, необходимые приложению со стороны клиентской части (его имя, id), и т. д. Клиентская часть обновляет состояние текущего пользователя, а сам token помещает в файл cookie для защиты от XSS (Cross site scripting)-атак. Также у пользователя есть возможность регистрации через Google, поскольку приложение находится в свободном доступе.

Для безопасности сервера формы регистрации и авторизации проходят валидацию на обеих сторонах (сервер и клиент).

После валидации приложение Community-app отправляет пользователя на страницу с зарегистрированными приложениями. Каждое приложение имеет так называемые «комнаты», которые ожидают прихода достаточного количества пользователей. Комнаты имеют возможность перенаправлять пользователей на другое приложение с помощью общего API (для этого была написана собственная библиотека Community-layer).

Пользователь может создать запрос администратору о добавлении его приложения в Community-app. Администратор должен выполнить запрос через панель административной утилиты (рис. 1). Также через нее он может редактировать и удалять приложение пользователя.

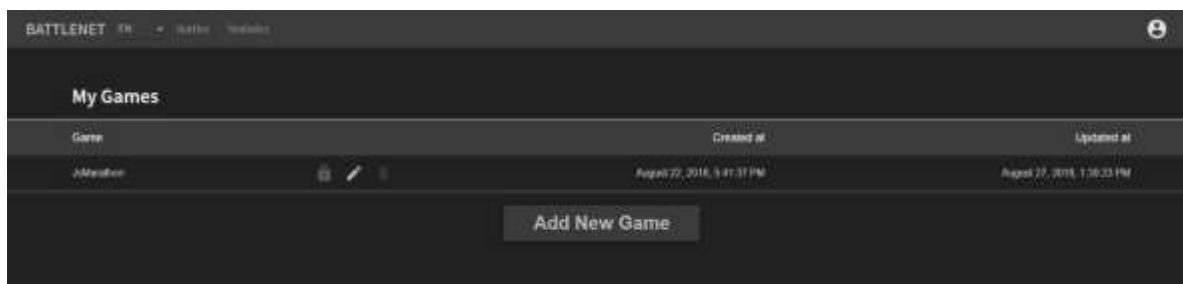


Рис. 1. Панель административной утилиты

После завершения работы приложения пользователя вся статистика передается на Community-app и там регистрируется в таблице Statistic (рис. 2).

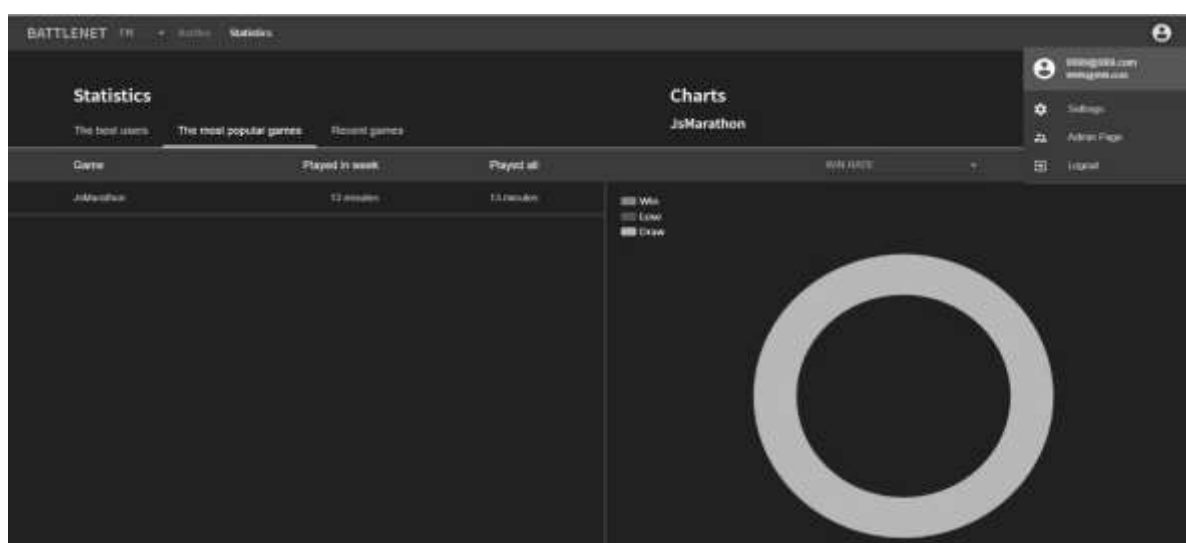


Рис. 2. Окно представления статистической информации

У каждого пользователя есть несколько вариантов надстройки приложения. Во-первых, имеется возможность изменения языка сайта (локализация); во-вторых, пользователь может сменить пароль, если его помнит, а также сделать reset password, если он забыл пароль. Письмо с новым паролем будет отправлено на пользовательский e-mail, который был указан при регистрации.

Разработанное приложение отвечает всем современным требованиям безопасности и скорости работы в сети Интернет.

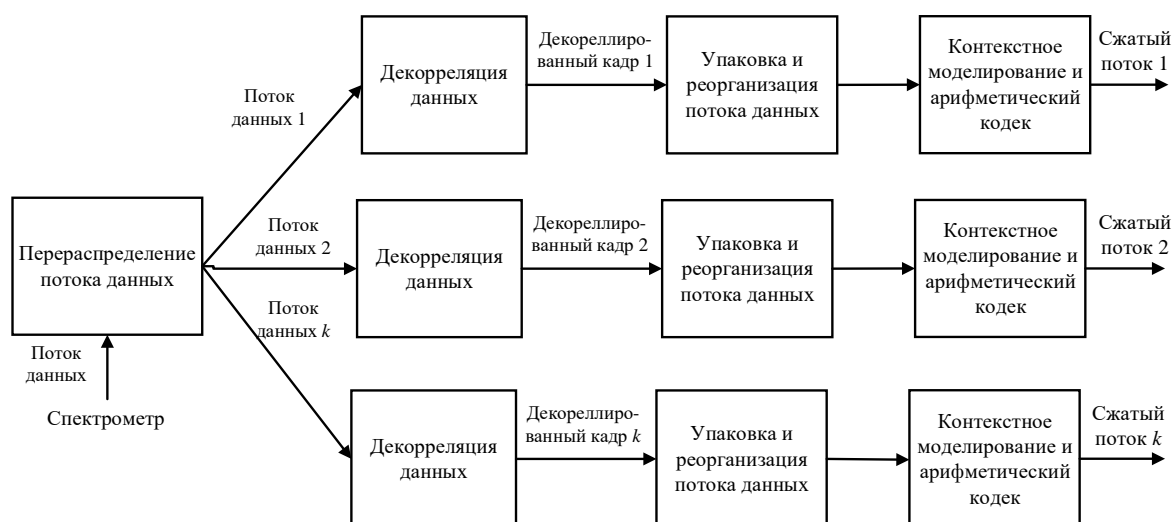
СИСТЕМА СЖАТИЯ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Д. Ю. Перцев

Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники, Минск
e-mail: DmitryPertsev@gmail.com

Разработанная система сжатия гиперспектральных данных (рисунок) основана на арифметическом кодировании с элементами контекстного моделирования, включающем:

- 1) перераспределение потока данных для сжатия;
- 2) декорреляцию данных;
- 3) упаковку и реорганизацию декоррелированного потока;
- 4) применение алгоритмов контекстного моделирования и арифметического кодера.



Блок-схема системы сжатия гиперспектральных данных

Результатом работы спектрометра является поток сырых данных, для которого в зависимости от типа спектрометра выполняется перераспределение потока данных и разбиение на блоки, каждый из которых обрабатывается независимо [1]. Затем выполняется декорреляция данных. Для этого используется вейвлет-преобразование, допускающее полное восстановление. В общем случае при этом выполняются следующие операции:

- вычитается по два соседних столбца;
- полученная ошибка сохраняется в первой половине столбцов кадра в качестве результата, а опорные значения – во второй половине кадра.

Анализ гистограмм над данными, полученными в результате декорреляции, показывает, что основное число элементов не превышает 255, а второй байт является нулевым. С учетом этого выполняется упаковка и реорганизация данных [2]. Финальным этапом является арифметическое кодирование с элементами контекстного моделирования. Для этого используется контекстно-адаптивный QM-кодер (англ. Context Adaptive QM coder) [3, 4].

Результаты тестирования показывают, что представленная система сжатия является эффективной при аппаратной реализации ввиду отсутствия операций с высокой латентностью. Рекомендуемые параметры: блок 128×128 пикселей, уровень вейвлет-разложения 5, учитывается межкадровая корреляция и выполняется предварительная упаковка данных. Коэффициент сжатия достигает 2,41 раза на зашумленных Фурье-интерферограммах и 4,05 раза для традиционного представления гиперспектральных данных.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке БРФФИ (проекты № Ф18В-005 и Ф18М-081) и ГКНТ Республики Беларусь (проект № Ф18ПЛШГ-008П).

Список литературы

1. Перцев, Д. Ю. Алгоритм сжатия гиперспектральных данных дистанционного зондирования Земли / Д. Ю. Перцев, А. А. Дудкин // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. – 2017. – № 1. – С. 120–126.

2. Перцев, Д. Ю. Применение алгоритмов контекстного моделирования в задачах сжатия гиперспектральных данных, основанных на Фурье-интерферограммах / Д. Ю. Перцев // Молодежь в науке – 2017 : сб. материалов Междунар. конф. молодых ученых, Минск, 30 окт.–2 нояб. 2017 г. : в 2 ч. – Сер. Гуманитарные, медицинские, физико-математические, физико-технические, химические науки. – Минск, 2018. – Ч. 2. – С. 179–186.

3. Tian, X. Entropy Coders of the H.264. AVC Standard / X. Tian, Y. Lian, T. Le // Signals and Communication Technology. – Berlin : Springer, 2011. – P. 180.

4. Gada, J. QM Coder [Electronic resource]. – Mode of access: https://github.com/jigar23/CABAC/blob/master/CABAC/HW2_Report_bac.pdf. – Date of access: 10.09.2018.

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ХПТ ИНТЕГРАЛЬНЫМ МЕТОДОМ, НАЦЕЛЕННЫМ НА ОПТИМИЗАЦИЮ ВЕЛИЧИНЫ ОСЕВЫХ СИЛ

С. В. Пилипенко

Полоцкий государственный университет, Новополоцк, Беларусь

e-mail: 44-08@mail.ru

Трубы из титановых сплавов используются в теплообменниках, гидравлических системах аэрокосмической отрасли и др. При производстве таких труб должны соблюдаться определенные требования к их качеству при минимальном расходе металла. Для этого на предприятиях необходимо установить современные станы холодной пильгерной прокатки труб (ХПТ), что составляет ряд проблем, связанных с особенностями их эксплуатации.

В станах ХПТ необходимые кинематические условия деформации (НКУ) задаются искусственно, подбором величины отношения радиуса бочки калибра $R_{б.в}$ к начальному радиусу ведущей шестерни $R_{в.ш}$ (принудительный катающий радиус) [1–3]. Неправильный подбор приводит к возникновению значительных осевых сил, действующих на конус прокатки (КП) [1, 3–5]. Это негативным образом влияет на качество труб и увеличивает расход инструмента. Современные станы особенно чувствительны к созданию НКУ, так как КП в них зажимается пластиковыми кулачками ненадежно.

Для станов ХПТ при расчете величины диаметра ведущей шестерни $D_{в.ш}$ наиболее часто используют упрощенные зависимости типа [1, 3]:

$$D_{в.ш} = D_{б.в} - (0,7...0,9)(D_з + D_т) \cdot 0,45, \quad (1)$$

где $D_з$ и $D_т$ – диаметры заготовки и готовой трубы.

Существует более эффективный метод расчета НКУ в стане ХПТ – интегральный [4–6]. В нем их создают подбором величины диаметра бочки калибра (или ведущей шестерни) с последующим контролем суммы площадей трапеций, образованных функциями распределения осевых сил в сечениях конуса прокатки:

$$F_Q = \left| \int_0^{L_{к.д}} Q_{i.пр} dl \right| + \left| \int_0^{L_{к.д}} Q_{i.обр} dl \right|, \quad (2)$$

где $L_{к.д}$ – длина КП; $Q_{i.пр}$, $Q_{i.обр}$ – значение осевых сил при прямом и обратном ходах клетки в контрольных точках КП.

Данный метод является громоздким, поэтому необходимо разработать программу, позволяющую производить расчеты автоматически [5, 6].

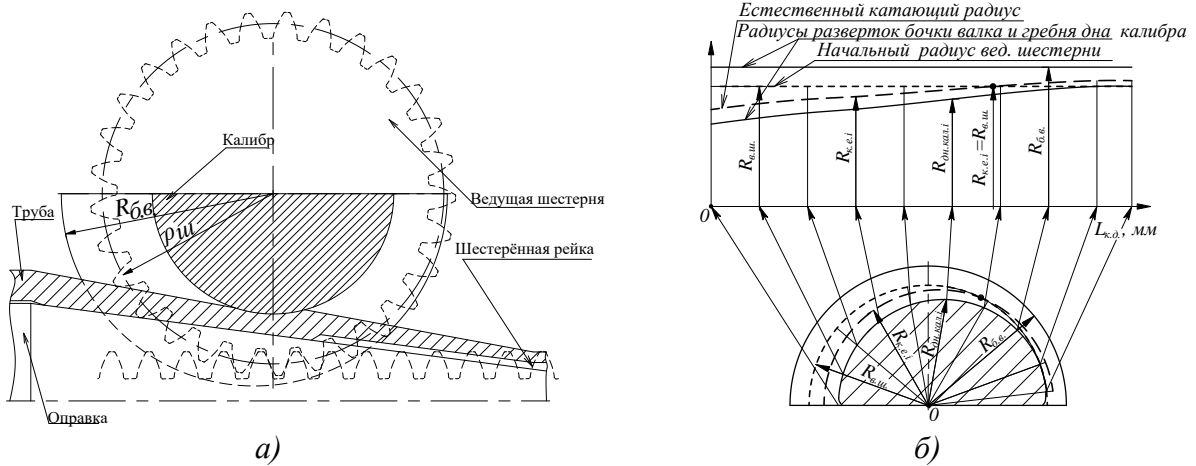


Рис. 1. Схема привода валков стана ХПТ (а) и схема распределения вдоль КП (\$L_{к.д}\$) величин катающего естественного радиуса \$R_{к.е.i}\$ и принудительного (начального радиуса ведущей шестерни \$R_{в.ш}\$) относительно радиуса бочки калибра \$R_{б.в}\$ и радиуса дна калибра \$R_{дн.кал.i}\$ (б)

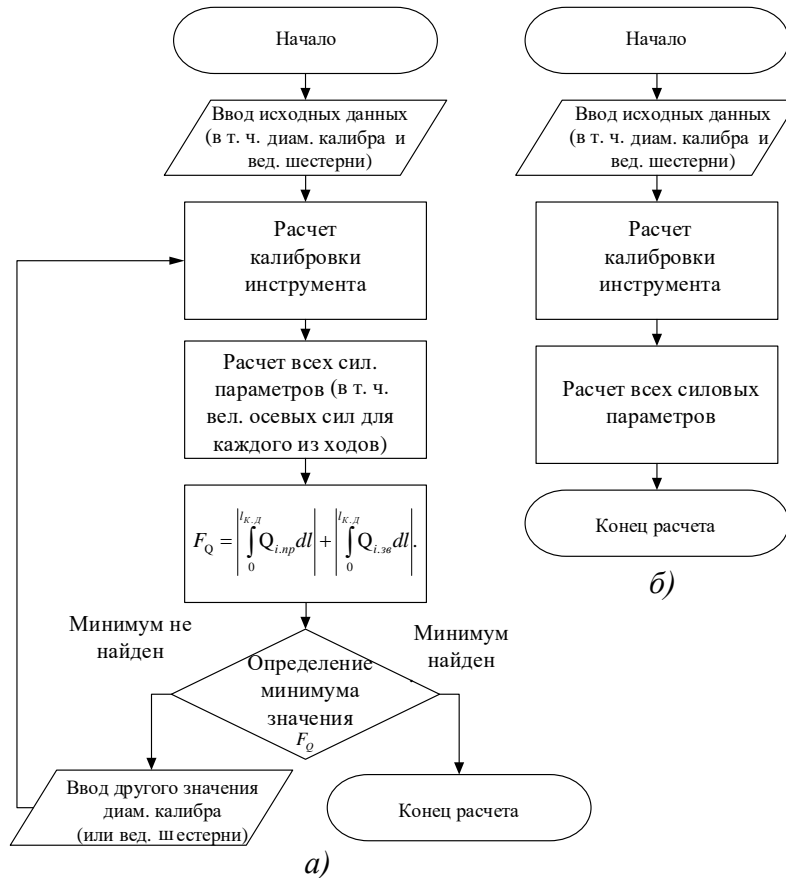


Рис. 2. Алгоритм ведения расчета рационального соотношения катающего радиуса и радиуса бочки калибра станов холодной пильгерной валковой прокатки труб интегральным методом (а) по сравнению с алгоритмом существующего метода расчета параметров процесса ХПТ (б)

После анализа математической составляющей метода расчета параметров ХПТ [1, 3–5] был разработан алгоритм программы «ХПТ (КРВ) – оптимизация». На рис. 2 показана принципиальная схема данного алгоритма.

После введения исходных данных (диаметры и толщины стенки готовой трубы и трубы-заготовки, марка стали или сплава, допуски на геометрические размеры трубы, исходные значения диаметра бочки калибра и ведущей шестерни) программа производит расчет геометрических параметров деформационного инструмента и распределение деформационных параметров вдоль КП. На следующем этапе вычисляются все деформационные параметры, в том числе функции распределения осевой силы вдоль КД при прямом и обратном ходах клетки. Далее по формуле (2) определяются площади криволинейных трапеций. Затем идет итерационный цикл, суть которого – определить при каком значении диаметра бочки калибра (для станов типа КРВ) или радиуса ведущей шестерни (для стана типа ХПТ) величина осевых сил является минимальной.

Разработанный алгоритм метода расчета деформационных параметров процесса ХПТ максимально упрощает ведение анализа характера распределения осевых сил вдоль конуса деформации стана холодной пильгерной валковой прокатки труб. Дальнейшая реализация данного алгоритма в виде программы «ХПТ (КРВ) – оптимизация» позволит производить расчеты деформационного инструмента станов ХПТ интегральным методом, нацеленным на минимизацию действия осевых сил, негативно влияющих как на оборудование стана, так и на качество труб.

Список литературы

1. Фролов, В. Ф. Холодная пильгерная прокатка труб / В. Ф. Фролов, В. Н. Данченко, Я. В. Фролов. – Днепропетровск : Пороги, 2005. – 255 с.
2. Емельяненко, П. Т. Теория криволинейной и пилигримовой прокатки / П. Т. Емельяненко. – М. : Металлургиздат, 1949. – 491 с.
3. Шевакин, Ю. Ф. Калибровка и усилия при холодной прокатке труб / Ю. Ф. Шевакин. – М. : Металлургиздат, 1963. – 269 с.
4. Пилипенко, С. В. Минимизация величины осевых усилий на станах ХПТ / С. В. Пилипенко // Вісник Нац. техн. ун-ту «ХПИ». Сер. Нові рішення в сучасних технологіях. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2017. – № 53 (1274). – С. 5–10.
5. Пилипенко, С. В. Исследование влияния параметров процесса ХПТ на распределение Q-фактора вдоль конуса деформации / С. В. Пилипенко [Электронный ресурс] // Инновационные технологии в машиностроении: электрон. сб. материалов междунар. науч.-тех. конф. / Полоц. гос. ун-т; под. ред. В. К. Шелега, Н. Н. Попок. – Новополоцк, 2018. – С. 247.
6. Григоренко, В. У. Расчет оптимального соотношения радиусов калибра и вала станов холодной прокатки труб / В. У. Григоренко, С. В. Пилипенко // Сталь. – 2012. – № 8. – С. 37–39.

БЛОЧНОЕ РАЗБИЕНИЕ BDD-ПРЕДСТАВЛЕНИЙ СИСТЕМ БУЛЕВЫХ ФУНКЦИЙ

А. М. Позняк

Белорусский государственный университет, Минск

e-mail: krucios@mail.ru

BDD (Binary Decision Diagram) – диаграмма двоичного выбора булевой функции. BDD – одно из возможных представлений булевой функции в виде ориентированного ациклического графа, построенного на базе разложения Шеннона. Для построения BDD выбирается перестановка всех входных переменных и выполняется разложение Шеннона по соответствующей этому уровню переменной булевой функции. При рассмотрении систем булевых функций существует два основных подхода к построению BDD: отдельные BDD и совместная BDD [1]. В случае отдельных BDD для каждой функции системы строится BDD с собственной перестановкой переменных, по которым проводится разложение. В общем случае эта перестановка не совпадает с перестановками BDD для других функций системы. К недостаткам такого подхода можно отнести то, что функции системы могут иметь общие подфункции, поэтому при построении отдельных BDD происходит дублирование некоторых вершин BDD. К достоинствам такого подхода относят возможность отдельной оптимизации каждой функции при последующей схемной реализации в синтезаторе (системе синтеза логических схем). Для построения совместной BDD выбирается одна общая перестановка для разложения каждой из функций системы, в результате чего все отдельные BDD (построенные по отдельным функциям) объединяются в один граф [2]. Недостатком совместной BDD является невозможность отдельной оптимизации функций системы, однако такое представление, как правило, является более компактным.

Интерес представляет вопрос о выделении связанных подсистем в заданной системе булевых функций, для которых построение совместных BDD было бы лучшим представлением по сравнению как с совместной BDD всей системы, так и отдельными BDD для каждой функции системы. Для выделения связанных подсистем необходимо определить понятие связности двух булевых функций, заданных с помощью BDD, и разработать алгоритм формирования подсистем связанных функций.

В докладе сообщается о разработанной программе, входными данными которой являются описания на языке SF [3] в виде логических уравнений совместной BDD, а результирующими – блочные SF-описания, каждый из блоков которых задает связную подсистему булевых функций,

представленную своей совместной BDD. Предложены два алгоритма вычисления коэффициента связности пары булевых функций, заданных с помощью BDD: подсчет количества общих вершин BDD и присвоение каждой вершине определенных коэффициентов с последующим суммированием этих коэффициентов для всех общих вершин, где коэффициентами вершины являлись степени числа два. Формирование связанных подсистем проводилось посредством включения в подсистему функций с коэффициентом связности, превышающим заданный параметр. Таким образом, при достаточно низком значении параметра связности результатом работы программы является исходная совместная BDD. Если же параметр связности имеет достаточно высокое значение, то результатом работы программы являются отдельные BDD.

Для оценки результатов работы программы использовалась следующая последовательность действий:

- разбиение совместной BDD системы функций на связанные подсистемы;
- оптимизация связанных подсистем разными стратегиями системы FLC [3];
- синтез логических схем по VHDL-представлениям исходной совместной BDD и по VHDL-представлениям связанных подсистем, представленных собственными BDD, который выполнялся с помощью синтезатора Leonardo Spectrum 2010a.7.

Результаты экспериментов показали, что применение такого подхода целесообразно лишь для систем функций, зависящих от большого числа переменных, так как при небольшом количестве входных переменных совместная BDD оказывается лучшим представлением системы булевых функций. Важным также является вопрос о выборе наилучшего значения коэффициента связности.

Список литературы

1. Бибило, П. Н. Применение диаграмм двоичного выбора при синтезе логических схем / П. Н. Бибило. – Минск : Беларуская навука, 2014. – 231 с.
2. Кнут, Д. Э. Искусство программирования / Д. Э. Кнут. – М. : Вильямс, 2013. – Т. 4. А: Комбинаторные алгоритмы. – С. 242–329.
3. Бибило, П. Н. Логическое проектирование дискретных устройств с использованием продукционно-фреймовой модели представления знаний / П. Н. Бибило, В. И. Романов. – Минск : Беларуская навука, 2011. – С. 51–68.

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И КЛАССИФИКАЦИИ ДЕФЕКТОВ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ

С. А. Поттосина, Т. А. Бегун
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники, Минск

В работе представлена баг-трекинг-система BUGSall. Она обеспечивает выполнение автоматизированной обработки и перемещения дефектов по жизненному циклу, позволяет сотрудникам не беспокоиться о том, что какой-то баг останется незамеченным, а проектным менеджерам проводить специализированную статистику по своим подчиненным. Как и любая система учета и анализа она освобождает сотрудников от ряда рутинных работ по подготовке статистических данных, так как в данных системах предусматривается автоматическая генерация подобных статистик. Благодаря автоматизации можно выполнять поиск дефектов по определенным характеристикам, ключевым словам в описании, вести статистику по дефектам на проекте, по дефектам, которые заводят определенные сотрудники, определять коэффициент их продуктивности, а также определять стабильность проекта от билда к билду, оценивать его качество и качество работы команды в целом, а самое главное – осуществлять обеспечение ИТ-компании, обладающей такой системой, увеличивать количество клиентов благодаря позитивным отзывам.

Преимуществами данной системы являются:

- удобный и понятный интерфейс, которым может пользоваться даже новичок в области тестирования;
- доступность приложения из любого уголка мира, где есть Интернет;
- возможность выявления, удаления, просмотра, редактирования и классификации дефектов;
- возможность поиска и фильтрации данных по различным параметрам;
- возможность анализа заведенных дефектов, дефектов на проекте, а также дефектов определенного сотрудника и дефектов, заведенных за определенный период времени.

Рассмотрим наиболее значимые преимущества разработанной системы BUGSall более подробно. На рис. 1 представлены графики, которые отражают аналитические данные по дефектам на определенном проекте. Так, на первой диаграмме представлена статистика по назначенным на группу дефектам. Именно она позволяет проследить за тем, где в данный момент находится заведенный дефект: у тестировщиков или над ним все еще рабо-

тают разработчики, дефект перенесен в бэклог или был отложен на будущее. Вторая диаграмма показывает статистику по типу вопроса. На ней можно увидеть, чего на проекте больше: дефектов, задач, историй или улучшений. Третья диаграмма отражает статистику непосредственно дефектов. Так как дефекты бывают различных типов, то команде необходимо следить за тем, где в продукте имеются более слабые стороны. Это может быть интерфейс, функциональность или производительность. Именно данная диаграмма позволяет их понять и проанализировать. На четвертой диаграмме отображено процентное соотношение дефектов по их статусу, а именно, где дефект находится согласно его жизненному циклу. Если разработка и поддержка ПО заканчиваются, то на этой диаграмме можно увидеть, что все заведенные дефекты являются закрытыми.

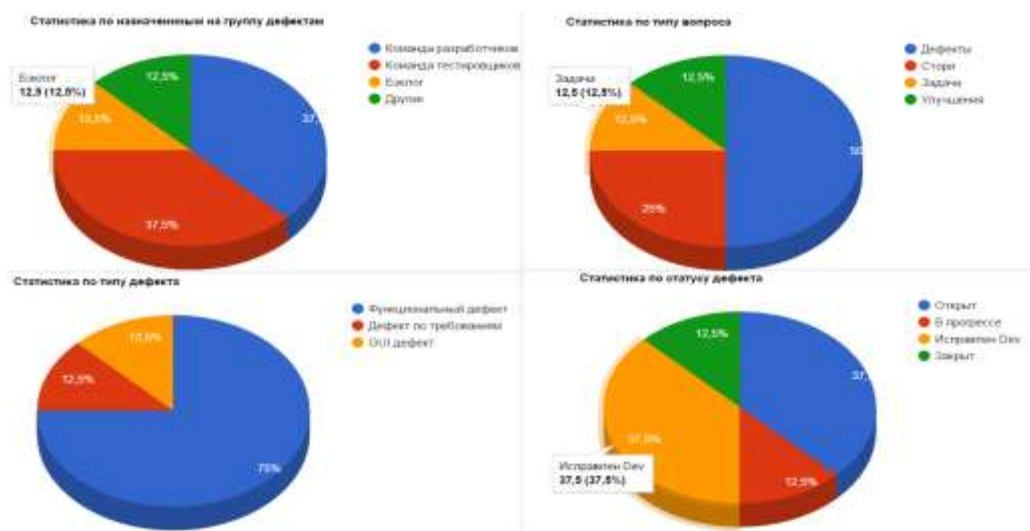


Рис. 1. Статистика дефектов, заведенных на определенном проекте

На рис. 2 показана статистика дефектов определенного проекта по месяцам. Она отражает, сколько дефектов команда тестировщиков заводит в течение месяца, позволяет просмотреть активность и эффективность работы команды из месяца в месяц на протяжении года.

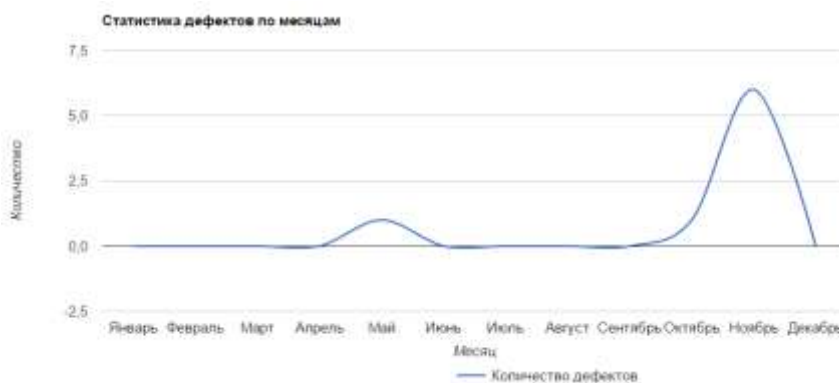


Рис. 2. Статистика дефектов, заведенных на определенном проекте, по месяцам

В системе BUGSall также имеется статистика по сотрудникам Она позволяет менеджеру следить за активностью каждого сотрудника. Главная задача тестировщика – находить баги, а наиболее важным условием является поиск критических, а не минорных дефектов. Классификация дефектов по типам позволит отправлять их на устранение определенным разработчикам, что приведет к уменьшению затрат. На процесс анализа, классификации и дальнейшего устранения дефектов тратится достаточно большой объем времени. В подобных условиях применение автоматизированной классификации дефектов является не только рациональным, но и желательным для организации эффективной деятельности команды. Это позволит уменьшить время простоев, которые неминуемо возникают в случае ошибочной передачи дефекта.

Задача о нахождении минимального диагностического теста, предложенная в [1], может оказаться весьма полезной. Рассмотрим множества $D = \{D_1, D_2, \dots, D_n\}$ и $B = \{b_1, b_2, \dots, b_n\}$. Множество D является множеством возможных дефектов, множество B – множеством внешних признаков (симптомов), которые возникают вследствие обнаружения дефекта. Симптом – свойство дефекта, позволяющее классифицировать дефекты по их типичному проявлению. Строится булева диагностическая матрица C , которая показывает, какими признаками характеризуется тот или иной дефект. Элемент матрицы c_{ij} равен 1, если дефект D_i влечет симптом b_j , иначе элемент c_{ij} матрицы C равен 0. Для матрицы C строится матрица различий R , строки которой соответствуют парам строк диагностической матрицы и показывают, какими компонентами отличаются строки в этих парах. При этом будем использовать покомпонентную операцию сложения по модулю два, выполняя ее над всеми парами строк диагностической матрицы. Для полученной матрицы различий можно найти кратчайшее столбцовое покрытие. Множество признаков, соответствующих столбцам найденного покрытия, будет искомым решением задачи. При этом каждый дефект можно однозначно определить соответствующей строкой подматрицы C' матрицы C , что позволит наиболее рациональным образом классифицировать дефекты на момент их возникновения по данным признакам.

Список литературы

1. Закревский, А. Д. Логические основы проектирования дискретных устройств / А. Д. Закревский, Ю. В. Поттосин, Л. Д. Черемисинова. – М. : Физматлит, 2007. – 592 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ АЛГОРИТМОВ ЛОГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ НА ЯЗЫКЕ ПРАЛУ

В. И. Романов

Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, Минск
e-mail: rom@newman.bas-net.by

Для описания поведения цифровых систем разработан ряд языков, одним из которых является ПРАЛУ [1], позволяющий описывать параллельные алгоритмы логического управления. В работах [2, 3] представлено описание программной системы LOCON, обеспечивающей инструментальную поддержку языка ПРАЛУ и связанных с ним других моделей параллельных алгоритмов логического управления. Однако для практического использования предложенные средства, основанные на ручном пошаговом управлении процессом моделирования, оказываются недостаточными. Возникла практическая потребность разработки программных средств, обеспечивающих процесс моделирования ПРАЛУ-описаний в «пакетном» режиме, при котором последовательность поступающих входных сигналов (тестов) и последовательность возникающих реакций моделируемой системы представляются в виде файлов.

Программный инструментарий для моделирования цифровой системы с использованием ПРАЛУ разработан на языке программирования C++ в среде QT [4]. Данная программа, именуемая в дальнейшем QPraluSim, поддерживает традиционный диалоговый интерфейс на основе меню. Меню программы QPraluSim является двухуровневым. На верхнем уровне присутствует пара пунктов: «Проект» и «Моделирование». Пункт меню «Проект» включает в себя команды «Открыть ПРАЛУ», «Сохранить ПРАЛУ», «Выход». Пункт меню «Моделирование» содержит команды «Выбор теста», «Выбор имени файла результата моделирования», «Начать моделирование», «Просмотреть тест», «Просмотреть результат».

Для проведения моделирования параллельного алгоритма, представленного на языке ПРАЛУ, сначала нужно выбрать соответствующий файл, т. е. воспользоваться командой «Открыть ПРАЛУ», выполнение которой приводит к открытию доступа к файловой системе компьютера через стандартизованное для используемой операционной системы диалоговое окно открытия файла.

Предполагается, что файл с описанием параллельного алгоритма на языке ПРАЛУ имеет расширение «prl» и соответствует синтаксису, определенному в работе [3]. По завершению выполнения команды открытия текст алгоритма будет отображен в рабочем поле основного окна программы QPraluSim (рис. 1).

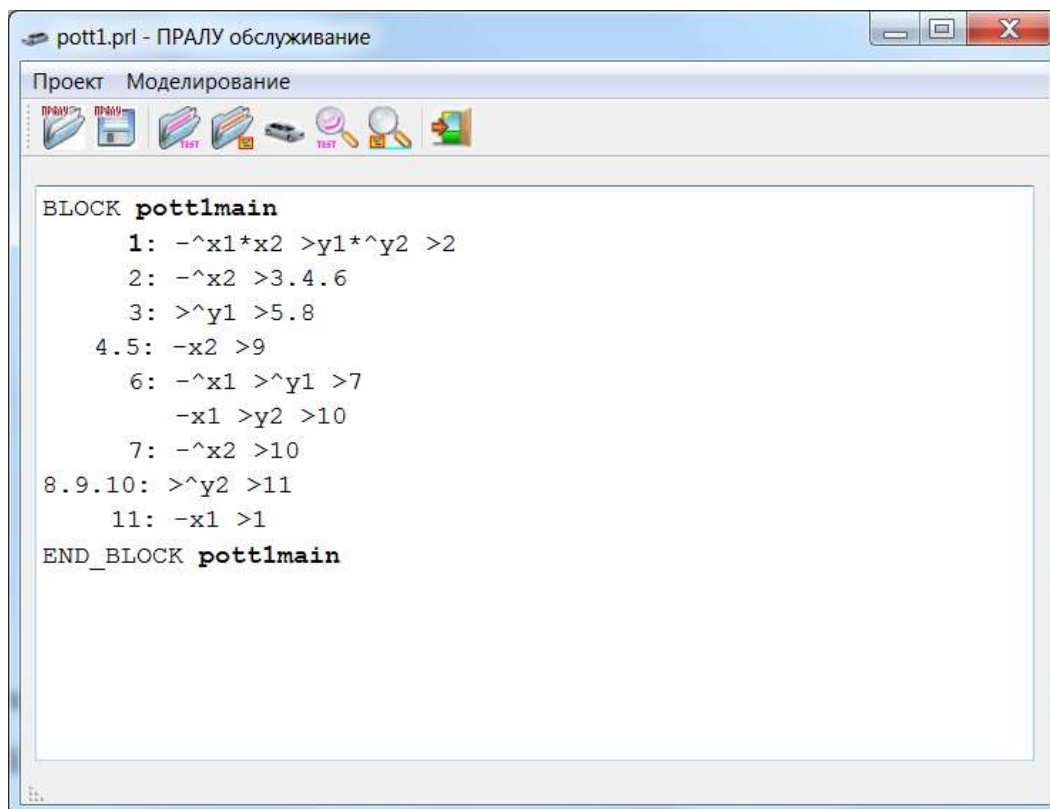


Рис. 1. Пример рабочего окна с открытым проектом

Процесс моделирования параллельного алгоритма управления реализуется путем «прогона» заранее подготовленного теста с формированием результирующего файла реакций. Перед проведением моделирования необходимо определить путь доступа к файлу тестов, указать имя и местоположение файла результата.

В файле тестов каждая строка представляет собой булев вектор, значения элементов которого определяют входные сигналы моделируемого ПРАЛУ-описания. В файле результатов каждая строка определяет реакцию ПРАЛУ-описания на воздействие в форме вектора входных сигналов, вектора выходов, символа «>», далее следует перечень активируемых меток алгоритма управления, например 10 01 > 3.5.6.9.

Старт моделирования в сеансе работы программы QPraluSim реализуется командой «Начать моделирование». По завершению процесса на экран монитора пользователя выводится окно, содержащее построенный файл реакций. Пример такого окна показан на рис. 2.

Кроме описанных команд программа QPraluSim позволяет просмотреть содержимое файла тестов и файла с результатами моделирования, а также сохранить ПРАЛУ-алгоритм под другим именем (командой «Сохранить ПРАЛУ»). Сеанс обработки отдельного проекта заканчивается по команде «Выход».

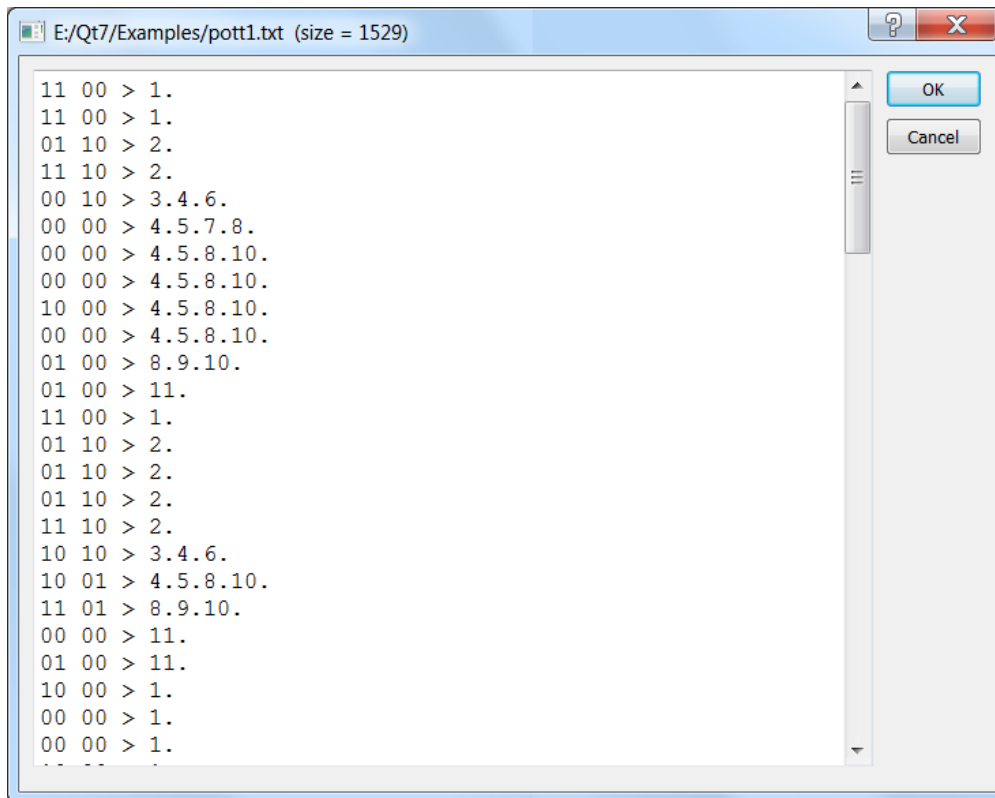


Рис. 2. Представление результатов моделирования

Исследования проведены в ОИПИ НАН Беларуси при частичной поддержке БРФФИ (проект Ф17АРМ-008).

Список литературы

1. Закревский, А. Д. Параллельные алгоритмы логического управления / А. Д. Закревский. – Минск : Ин-т техн. кибернетики НАН Беларуси, 1999. – 202 с.
2. Experimental system of automated design of logical control devices / A.D. Zakrevskij [et al.] // Proc. of Intern. Workshop «Discrete Optimization Methods in Scheduling and Computer-Aided Design» / National Academy of Sciences of Belarus, Institute of Engineering Cybernetics. – Minsk, 2000. – P. 216–221.
3. Романов, В. И. Алгоритмическое проектирование в системе LOCON / В. И. Романов // Логическое проектирование. – Минск : Ин-т техн. кибернетики НАН Беларуси, 2000. – Вып. 5. – С.137–146.
4. Шлее, М. Qt 5.3. Профессиональное программирование на C++ / М. Шлее. – СПб. : БХВ-Петербург, 2015. – 928 с.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

О. П. Рябычина, В. А. Рыбак

Белорусская государственная академия связи, Минск

Качество атмосферного воздуха в городах многих стран является одной из актуальных экологических проблем. Получение объективной информации о состоянии окружающей среды служит одним из решений таких проблем.

Контроль за состоянием окружающей среды, в том числе и атмосферного воздуха, в Республике Беларусь осуществляется в рамках государственного экологического мониторинга – Национальной системы мониторинга окружающей среды. На территории Республики Беларусь ведется мониторинг атмосферного воздуха, однако далеко не во всех городах. По данным государственного учреждения «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» Минприроды Республики Беларусь, регулярная сеть государственной службы мониторинга загрязнения атмосферы в 2018 г. состояла из 66 стационарных постов наблюдений за загрязнениями атмосферы, число контролируемых городов – 19, стационарные непрерывные измерения концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе проводились по данным 16 станций (URL: <http://rad.org.by/>). Следует отметить, что такие посты обладают целым рядом недостатков, прежде всего связанных с ограниченностью количества станций непрерывных измерений содержания в воздухе загрязняющих веществ и оперативностью предоставления информации гражданам.

Авторами предлагается информационная система экологического мониторинга атмосферного воздуха, основу которой составляют стационарные посты непрерывного контроля загрязнения атмосферы в городе, а также беспилотные летательные аппараты (БЛА) для мониторинга загрязнения атмосферного воздуха, экологическая информация от которых поступает в режиме реального времени в Интернет [1].

Стационарные посты контроля загрязнения атмосферы в городе устанавливаются на перекрестках и предназначены для осуществления наблюдения за состоянием атмосферного воздуха с помощью станций непрерывных измерений содержания в воздухе загрязняющих веществ. Данные посты включают устройства сбора и обработки экологической информации, а также обеспечивают передачу информации в Интернет в режиме реального времени.

БЛА предназначены для осуществления наблюдения за состоянием атмосферного воздуха с помощью станций измерений содержания в воздухе загрязняющих веществ в случае ухудшения экологической ситуации; в местах, требующих только периодического обновления данных, экологическая информация которых передается в Интернет в режиме реального времени.

Информационная система экологического мониторинга атмосферного воздуха включает аппаратную и программную части. Аппаратная часть системы состоит из прибора с датчиками, которые позволяют проводить анализ загрязнителей (угарный газ, углекислый газ, твердые частицы и др.) и отслеживают метеоинформацию (температуру, влажность, давление и др.), GPS-трекера для передачи информации о местоположении стационарного поста непрерывного контроля загрязнения атмосферы или БЛА и интерфейса для передачи и обработки данных. Программная часть системы – это клиент-серверное приложение для обработки полученных данных, их визуализации и отображения экологической информации в режиме реального времени в Интернете [2]. Серверная часть приложения позволяет регистрировать датчики, сохранять их показания в базе данных, а также предоставляет внешний программный API для проведения анализа данных за выбранный промежуток времени и возможность экспорта данных в различных форматах. Клиентская часть приложения (рисунок) отвечает за визуализацию результатов, предоставляет возможность просмотра не только результата расчета качества воздуха для конкретного датчика, но и значения каждого измеряемого показателя в отдельности в виде таблицы или графика.



Информационная система экологического мониторинга атмосферного воздуха

Информационная система получает данные с датчиков прибора, анализирует состав воздуха и отображает на карте города в Интернете числовое значение и цветовое обозначение содержания вредных загрязняющих веществ в атмосфере в соответствии с предельно допустимыми концентрациями загрязняющих веществ [3], показывает минимальные и максимальные пороговые значения концентрации загрязняющих веществ, динамику их изменения, а также позволяет выбирать оптимальный маршрут пути следования в зависимости от степени загрязнения атмосферного воздуха.

Предлагаемая информационная система экологического мониторинга атмосферного воздуха на основе данных, полученных со стационарных непрерывных станций контроля и БЛА, позволит в режиме реального времени получать достоверную информацию об уровне загрязнения окружающей среды, строить безопасный маршрут пути следования, а также разработать систему поддержки принятия управленческих решений. Такой подход даст возможность быстро реагировать на любые негативные отклонения экологической обстановки и получать в автоматическом режиме заранее выработанные рекомендации.

Вместе с тем следует подчеркнуть, что ценность разработки заключается в возможности постоянного мониторинга и контроля за состоянием окружающей среды, получении экономии средств государственного бюджета за счет малых финансовых затрат и небольшого штата обслуживающего персонала.

Список литературы

1. Территории, запрещенные для полета беспилотных летательных аппаратов, обозначенных на публичной кадастровой карте Республики Беларусь. Национальный правовой интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pravo.by/novosti/obshchestvenno-politicheskie-i-v-oblasti-prava/2017/november/26539/> – Дата доступа: 12.01.2019.

2. Рябычина, О. П. Автоматизированная система визуализации результатов мониторинга атмосферного воздуха / О. П. Рябычина, Е. А. Бут-Гусаим // Современные средства связи : материалы XXIII Междунар. науч.-техн. конф. – Минск : УО БГАС, 2018. – С. 135–136.

3. Гигиенический норматив содержания загрязняющих химических веществ в атмосферном воздухе, обладающих эффектом суммации : постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 30.03.2015 г., № 33 [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <http://rche-ph.by/dokumenty/sanitarnye-normy-i-pravila/kommunalnaya-gigiena/5473.html>. – Дата доступа: 25.02.2019.

КЛАССИФИКАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ МЕРОПРИЯТИЙ В РАМКАХ СОПРОВОЖДЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ ПЛАНОВЫХ ГРАФИКОВ ДВИЖЕНИЯ ПАССАЖИРСКИХ ПОЕЗДОВ МЕТРОПОЛИТЕНА И АНАЛОГИЧНЫХ СИСТЕМ

А. И. Сафронов, М. А. Чжо

Российский университет транспорта (МИИТ), Москва
e-mail: safronov-ai@mail.ru, kyawminaung52@gmail.com

На протяжении 83 лет на территории Москвы и частично за ее пределами исправно функционирует объект скоростного общественного транспорта особого стратегического назначения – ГУП «Московский метрополитен».

Московский метрополитен удовлетворяет всем нуждам населения в быстром, качественном и комфортном перемещении из одной точки города в другую. Поэтапно проводится интеграция подземной транспортной системы с другими видами городского и пригородного общественного транспорта, что повышает эффективность использования всех имеющихся городских ресурсов прежде всего по перераспределению пассажиропотока на самых загруженных станциях, пересадочных узлах и участках.

Перераспределение пассажиропотока является малым сегментом глобального процесса управления крупной системой транспортного комплекса столицы. От тщательного планирования внутри этого сегмента зависят успех и эффективность функционирования всех объектов, находящихся внутри транспортного комплекса. Это крайне непростая задача.

В работе рассматривается автоматизация процесса планирования на примере конкретной системы, разработанной коллективом авторов из Российского университета транспорта (МИИТ) и внедренной на ГУП «Московский метрополитен».

Объект (Московский метрополитен) состоит из большого количества служб, в которых от качества и скорости взаимодействия сотрудников напрямую зависят качество перевозочного процесса и грамотное распределение потоков пассажиров [1]. Центральной с точки зрения планирования является служба движения, занятая составлением документов – плановых графиков движения поездов (ПГД), регламентирующих положение всех поездов на линиях метрополитена в зависимости от времени суток. Именно со службой движения налажено долговременное и эффективное с точки зрения развития автоматизации взаимодействие. Оно позволило в деталях изучить технологию работы метрополитена и накопить базу знаний о ПГД.

Особое внимание хочется уделить той части базы знаний, которая может быть универсально применена к любой другой автоматизированной системе управления (АСУ), а именно сопровождению крупных систем.

Для любого программного обеспечения внутри его жизненного цикла значимое место занимает процесс сопровождения. Авторами на протяжении многих лет ведется сопровождение автоматизированной системы построения ПГД метрополитена.

Накоплен значимый опыт взаимодействия с людьми различной квалификации – от новичков до профессионалов. Он лег в основу построения корректных и унифицированных диалогов системы с пользователем. Активное использование различными пользователями системы заставило проанализировать не только их, но и собственные действия разработчиков: технологов и программистов, объединенных универсальным термином «лицо, сопровождающее систему» (ЛСС), что еще больше повысило качество конечной разработки [2].

Вслед за задачами анализа на любой схеме жизненного цикла идут задачи классификации, решение которых позволяет существенно экономить ресурсы. Для ЛСС это прежде всего время.

Авторы взялись за решение задачи классификации мероприятий, входящих в состав этапа сопровождения программного обеспечения, а также за составление классификационной схемы задач, решаемых на этапе сопровождения программного обеспечения.

На рис. 1 изображена классификационная схема мероприятий этапа сопровождения программного обеспечения по критерию взаимодействия ЛСС с операторами системы.

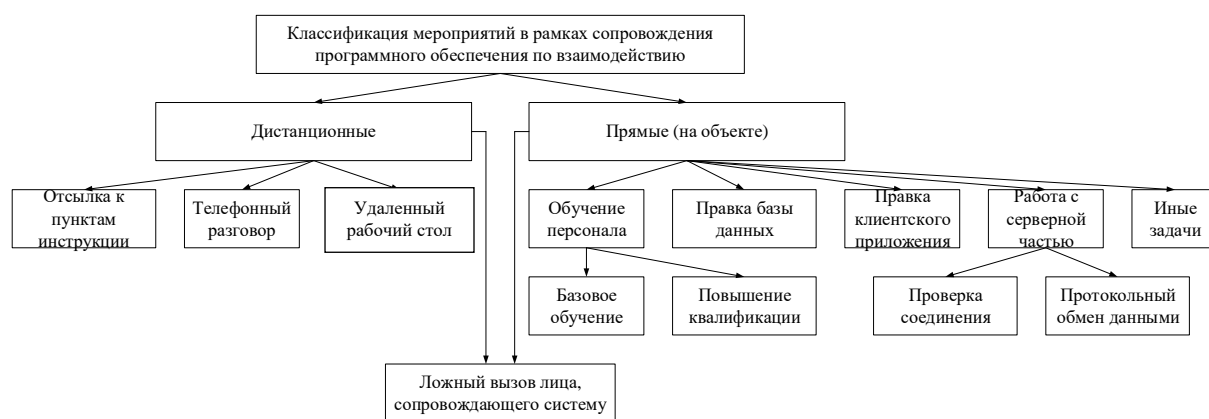


Рис. 1. Классификация мероприятий в рамках сопровождения программного обеспечения по взаимодействию

Мероприятия согласно схеме делятся на дистанционные (как правило, голосовые) и прямые (реализуемые ЛСС на объекте).

На рис. 2 показана классификационная схема мероприятий этапа сопровождения программного обеспечения в зависимости от решаемых ЛСС задач:

- обучения операторов и повышения их квалификации;
- обслуживания баз данных и систем управления базами данных;
- корректировки исходного кода клиентского приложения (в ряде случаев с элементами «экстремального программирования»);
- настройки и отладки межсистемного взаимодействия (протокольный обмен данными).



Рис. 2. Классификация мероприятий в рамках сопровождения программного обеспечения по решаемым задачам

Авторы полагают, что применение и адаптация предложенных классификационных схем к иным транспортным АСУ позволят в дальнейшем эффективнее расходовать временные ресурсы технологов, программистов и ЛСС.

Список литературы

1. Сафронов, А. И. Сценарное пространство построения планового графика движения поездов метрополитена / А. И. Сафронов, В. Г. Сидоренко // Наука и техника транспорта. – 2012. – № 1. – С. 51–56.
2. Применение современных технологий программирования к автоматизации планирования движения поездов метрополитена / М. А. Чжо [и др.] // Автоматика на транспорте. – 2016. – Т. 2, № 3. – С. 331–347.

НОВЕЙШИЕ ПАТЕНТЫ США В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ В ЛОГИСТИКЕ

Г. В. Сечко¹, Т. Г. Таболич²

¹Институт информационных технологий Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, Минск

e-mail: georg.sechko@gmail.com

²БелНИИТ «Транстехника», Минск, Беларусь

e-mail: tabolichtatiana@mail.ru

Общепринято считать, что 80 % информации, содержащейся в патентах, никогда ни в какой другой форме не публиковалось [1, 2]. Патенты содержат более 80 % всей технической информации в мире и являются источником новых идей и решений проблем техники. Исследования Европейского патентного ведомства также показывают, что от 70 до 90 % информации, содержащейся в патентных документах, больше нигде не публикуется [3].

В 2000–2010 гг. число патентных подразделений государственных учреждений науки и образования, а также численность работников таких подразделений резко сократились. Это объясняется сокращением количества объектов интеллектуальной собственности и патентов в целом. Так, на 01.01.2017 г. в структуре действующих патентов и свидетельств на объекты промышленной собственности насчитывалось более 100 тыс. товарных знаков, при этом количество изобретений и полезных моделей в общем объеме составляло не более 2,5 %. Общеизвестно, что наиболее крупным в мире собранием патентов является патентная база США. В этих условиях определенный интерес представляют новейшие патенты США (2018–2019 гг.) в области информационных систем и технологий в логистике (ИСТЛ). Согласно [4] современные ИСТЛ можно разделить на логистические информационные системы (ЛИС): планировщики маршрутов перевозки и т. д. и информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) в логистике (Интернет, ИКТ мобильной связи, технологии радиочастотной идентификации и т. д.).

В части ЛИС особое внимание заслуживает патент [5], в котором предлагается новый способ, вычислительная система и компьютерный программный продукт для управления консолидацией заказов на перемещение товаров и других материальных ценностей (ТМЦ). При этом под консолидацией понимается объединение нескольких партий ТМЦ для перемещения по идентичному или схожему маршруту. Такой способ грузоперевозки позволяет консолидировать грузы от разных поставщиков. Сле-

дует отметить, что в США можно патентовать программный продукт [5], а в Беларуси его только регистрируют.

Способ транспортировки в [5] начинается с составления набора заказов. В набор включаются заказы с различными ограничениями: по составу ТМЦ (например, нельзя включать в один заказ молоко и опасные отходы и т. д.), по идентичности пунктов отправки и назначения груза, по стоимости, времени обслуживания и мощности оборудования. Затем составляют заказы на один или несколько транспортных этапов. Под этапами понимаются отдельные сегменты многорежимной транспортной сети – мультимодальные перевозки. Набор возможных путей через этапы генерируется и оценивается исходя из общей стоимости транспортировки на этапе. Затем определяется набор кратчайших путей через всю многорежимную транспортную сеть, при этом учитываются ограничения на каждый этап. Математически маршруты транспортировки преобразуются в сетевой граф узлов и ребер, где узлы представляют собой места отправки и получения груза, а каждое ребро – средство перемещения груза до места назначения от точки отправки.

Для поиска маршрутов транспортировки с минимальной стоимостью в [5] используется методика смешанного целочисленного программирования. Целевая функция при этом определяется так, чтобы минимизировать общую стоимость транспортировки:

$$F = \min \sum_{k \in K} (c_k y_k + d_k z_k^+) + \text{штраф} \sum_{h \in H, s \in S} c s_{hs} + \sum_{i \in I} p_i \sigma_i,$$

где c_k – стоимость контейнера с полной загрузкой;

y_k – число контейнеров с полной загрузкой на этапе k ;

$c_k y_k$ – постоянные затраты на все контейнеры с полной загрузкой;

d_k – стоимость контейнера с неполной загрузкой;

z_k^+ – число контейнеров с неполной загрузкой на этапе k ;

$d_k z_k^+$ – переменные затраты на все контейнеры с неполной загрузкой;

p_i – штраф за невключение заказа в маршрут; если заказа нет на маршруте, применяется штраф;

σ_i – переменная, равная 1, если заказа нет на маршруте.

В части ИКТ в логистике особое внимание заслуживают патенты в области радиочастотной идентификации грузов (для краткости перечислим только их номера: 10,147,032; 10,147,034; 10,140,568), в области идентификации грузов с помощью штрихового кодирования (10,147,028; 10,140,564), в области определения местоположения груза с помощью Интернета и мобильной связи (9,954,961), в области подсветки контейнеров в системе их инвентаризации (9,928,698). Для поиска и перевода всех вышеперечисленных патентов в докладе использовались пособия [6, 7].

В заключение следует отметить, что только 01.01.2019 г. за один день патентное ведомство США выдало патентов больше, чем патентное ведомство Беларуси (НЦИС) за весь 2017 г. При этом за счет внесения изменений и дополнений в стратегию Республики Беларусь в сфере интеллектуальной собственности на 2012–2020 гг. [8] прогнозируется, что число выдаваемых патентов на изобретения в Беларуси увеличится.

Список литературы

1. Патентные базы данных французской компании Questel на платформе Orbit [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://library.sfedu.ru/media/upload/.../патентная%20база%20Qpat.pdf>. – Дата доступа: 25.02.2019.

2. PowerPoint – СВФУ [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <https://www.s-vfu.ru/universitet/rukovodstvo-i.../aic/.../ИНСТРУМЕНТАРИЙ.pptx>. – Дата доступа: 25.02.2019.

3. Патентная информация и инновации [Электронный ресурс]. – 2008. – Режим доступа: library.mephi.ru/files/Patentnye%20BD%20i%20osnovnye%20ponyatiya.pdf. – Дата доступа: 25.02.2019.

4. Григорьев, М. Н. Логистика. Базовый курс / М. Н. Григорьев. – М. : Юрайт, 2011. – 782 с.

5. Finding minimum cost transportation routes for orders through a transportation network [Electronic resource] : pat. US 10,007,889, Current International Class G06Q 40/00 (20120101); G06Q 10/08 (20120101); G06Q 10/04 (20120101) / S. Arunapuram, T. K. P. Tsukada, A. C. Drummond Jr., Y. Wang. – Publ. date 26.06.18. – Mode of access: <https://www.uspto.gov/>. – Date of access: 15.02.2019.

6. Поиск патентов в патентной базе США / А. А. Босик [и др.]; под ред. Г. В. Сечко. – Минск : Бестпринт, 2018. – 34 с.

7. Промышленная собственность и патентная информация: краткая теория и практические занятия / А. А. Босик [и др.] ; под ред. Н. В. Насоновой и Г. В. Сечко. – Минск : Бестпринт, 2019. – 117 с.

8. О внесении изменения и дополнения в стратегию Республики Беларусь в сфере интеллектуальной собственности на 2012–2020 годы [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 21 марта 2018 г., № 208 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – 2018. – Режим доступа: www.government.by/ru/solutions/3154. – Дата доступа: 25.02.2019.

БИОЭВРИСТИКИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ЦИФРОВОЙ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

Ю. А. Скобцов¹, В. Ю. Скобцов²

¹Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, Россия
e-mail: ya_skobtsov@list.ru

²Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, Минск
e-mail: vasko_vasko@mail.ru

Разнообразные методы искусственного интеллекта широко применяются для повышения «интеллектуальности» САПР микроэлектроники, чтобы расширить их функции и увеличить эффективность. Одним из наиболее перспективных подходов является использование метаэвристик – нового направления в теории и практике искусственного интеллекта [1]. Эвристика является алгоритмом, который находит эмпирическим путем «достаточно хорошие» решения сложной проблемы за приемлемое время. Метаэвристики расширяют возможности эвристик, комбинируя эвристические методы (процедуры) на основе некоторой высокоуровневой стратегии (приставка «мета»). Следует отметить, что многие метаэвристики в основе указанной высокоуровневой стратегии используют модели некоторых естественных или искусственных систем – биологических, физических, социальных и т. п. Например, эволюционные метаэвристики (генетические алгоритмы и др.) используют модель искусственной эволюции, в процессе которой находится оптимальное (субоптимальное) решение.

Отметим, что в качестве базовых систем (явлений) чаще других выступают биологические и социальные системы. Поэтому часть метаэвристик относят к биоинспирированным алгоритмам (навеянным природой), или биоэвристикам [2]. В этом случае, как правило, применяются модели биологических или социальных систем. Около 50 метаэвристик с надлежащей классификацией представлены в работе [1], некоторые биоэвристики с соответствующими приложениями изложены в [2, 3]. К основным биоэвристикам можно отнести те, в основу которых положены модели естественных биологических или социальных систем: эволюционные (генетические алгоритмы, генетическое программирование, эволюционные стратегии, эволюционное программирование), роевые, муравьиные, бактериальные, пчелиные и др. Многие из них с успехом применяются при проектировании изделий микроэлектроники.

Биоэвристики нашли широкое применение в системах автоматизации проектирования (САПР) компьютерных систем, в основном на этапах ло-

гического (проектирования) синтеза, физического проектирования (разбиения, размещения, трассировки) и тестирования. На этапе синтеза цифровых схем методы на основе биоэвристик применяются на различных уровнях: транзисторном, вентиляльном и функциональном. При синтезе биоэвристики используются для поиска конфигурации (схемы), чтобы ее поведение соответствовало заданному в спецификациях. В этом случае чаще всего применяются эволюционные эвристики, где конфигурация представляется либо непосредственно двоичной строкой, либо некоторой более сложной структурой, которую необходимо транслировать в схему. Для вычисления значений фитнес-функций используется программа моделирования. В случае цифровых схем часто применяются некоторые обучающие входные последовательности, выходные реакции на которые сравниваются с требуемыми значениями. Как правило, целью является минимизация различия выходных сигналов со спецификациями, задержки распространения сигналов в схеме «от входов до выходов» (обуславливающей быстродействие), площади кристалла и т. п.

При синтезе малых схем используется транзисторный уровень, где в качестве отдельных компонентов выступают резисторы, емкости и транзисторы. На этом уровне обычно синтезируются новые типы вентиля и триггеров. Следует отметить, что биоэвристики позволяют легко формализовать задачу параметрического синтеза. В простейшем случае потенциальное решение представляется вектором значений параметров схемы (с заданной структурой) и задача параметрического синтеза сводится к задаче минимизации функции ошибки (рассогласования) между модельными и необходимыми значениями. Для решения этой задачи можно использовать многие биоэвристики, но чаще всего применяются генетические алгоритмы, эволюционные стратегии, роевые и муравьиные алгоритмы. Отметим, что применение генетического программирования позволяет гораздо больше: формализовать задачу структурного синтеза (поиска структуры схемы). Это возможно вследствие того, что представление хромосом, используемое в генетическом программировании (деревья или графы), отражает структуру схемы.

На вентиляльном уровне чаще используются эволюционные эвристики, хотя в последнее время применяются также и муравьиные алгоритмы. На этапе логического синтеза главной целью является получить минимальное представление булевой функции относительно используемой технологии. При синтезе на функциональном уровне схемы состоят из более крупных функциональных блоков (например, сумматоров и умножителей). При этом размерность потенциального решения остается примерно такой же, как и на вентиляльном уровне, но сложность проектируемых схем существенно выше. Этот подход применялся при проектировании многих реальных схем, например различных одномерных цифровых фильтров,

фильтров изображений, умножителей и др. Узким местом синтеза на основе биоэвристик является оценка значений фитнес-функций. При прямом подходе для каждой схемы с n входами (особи популяции) необходимо вычислить значение булевой функции для всех 2^n входных наборов. Для уменьшения времени вычислений можно использовать только часть входных наборов.

На этапе конструкторско-технического проектирования биоэвристики применяются при решении различных задач комбинаторной оптимизации, таких как размещение, упаковка, компоновка элементов, трассировка. Здесь широко применяются эволюционные эвристики. В последнее время все шире используются муравьиные алгоритмы, которые здесь часто показывают лучшие результаты, чем генетические алгоритмы. Заключительным этапом конструкторского проектирования является верификация. Даже если схемы корректно спроектированы, значительная их часть (иногда до 70 %) после изготовления работают неправильно вследствие наличия физических дефектов из-за исключительно сложной технологии изготовления. Поэтому чрезвычайно важным является этап тестирования цифровых схем. Здесь биоэвристики, прежде всего генетические и муравьиные алгоритмы, применяются для генерации тестовых входных воздействий и показали их высокую эффективность по сравнению с традиционными методами генерации тестов, в особенности для последовательностных схем [4]. Самыми эффективными в настоящее время являются совместное применение и чередование биоэвристик и детерминированных методов генерации тестов. Возможно и многоуровневое применение биоэвристик в генерации тестов, при этом большая схема разбивается на подсхемы и строятся тесты для подсхем с использованием биоэвристик. Таким образом, биоэвристики достаточно широко применяются в проектировании изделий микроэлектроники.

Список литературы

1. Скобцов, Ю. А. Метаэвристики / Ю. А. Скобцов, Е. Е. Федоров. – Донецк : Ноулидж, 2013. – 426 с.
2. Родзин, С. И. Биоэвристики: теория, алгоритмы и приложения : монография / С. И. Родзин, Ю. А. Скобцов, С. А. Эль-Хатиб. – Чебоксары : Изд. дом «Среда», 2019. – 224 с.
3. Скобцов, Ю. А. Эволюционные вычисления / Ю. А. Скобцов, Д. В. Сперанский. – М. : Национальный открытый университет «ИНТУИТ», 2015. – 331 с.
4. Скобцов, Ю. А. Моделирование, тестирование и диагностика цифровых устройств / Ю. А. Скобцов, Д. В. Сперанский, В. Ю. Скобцов. – М. : Национальный открытый университет «ИНТУИТ», 2016. – 529 с.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В ПРОЦЕССЕ ФОРМИРОВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО РЕСУРСА

О. П. Советникова, Н. Н. Петрова

Витебский государственный технологический университет, Беларусь

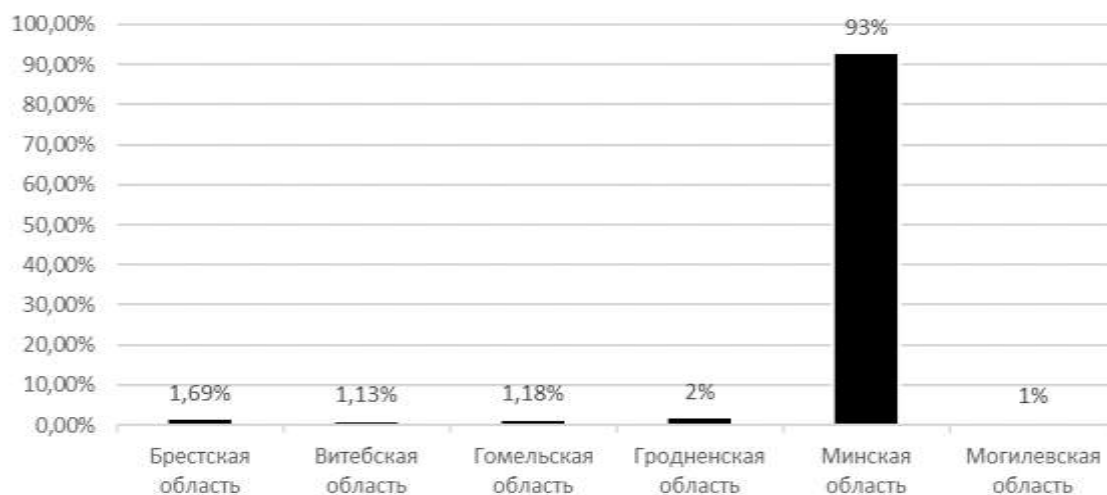
e-mail: sovetnikova@bk.ru

В современном мире информационные технологии (ИТ) широко используются как отдельными пользователями мобильных устройств (компьютеров, планшетов и др.), так и организациями и предприятиями различных сфер экономики. За первые два десятилетия с начала развития ИТ-индустрии в нашей стране белорусские компании стали высоковостребованными разработчиками, главным образом применяющими аутсорсинговые модели.

Уровень развития информационно-коммуникационных технологий, на долю которых приходится 10,5 % ВВП в секторе услуг и 5,1% общего ВВП Республики Беларусь, является одним из показателей, определяющим социально-экономическое благополучие государства (<https://www.belarus.by/ru>). Белорусские компании реализуют ИТ-продукцию на рынках ближнего и дальнего зарубежья. В страны Европы (49,1 %), в США и Канаду (44 %), в Россию (4,1 %) и другие страны СНГ экспортируется более 90 % программного обеспечения, разрабатываемого в Парке высоких технологий.

В декабре 2017 г. вступил в силу Декрет Президента Республики Беларусь № 8 «О развитии цифровой экономики», который считается революционным, так как дает значительные конкурентные привилегии в развитии Республики Беларусь (как ИТ-страны) и построении цифровой экономики XXI века. Его целями являются поддержание уникального делового климата для представителей ИТ-сферы и привлечения зарубежных ИТ-компаний, а также формирование комфортабельной жизненной среды для человека в связи с быстротечным развитием технологий. Более того, Декрет № 8 официально предоставляет возможность резидентам Парка высоких технологий заниматься образовательной деятельностью в сфере ИТ (<http://www.pravo.by>).

Технопарк оказывает содействие компаниям, функционирующим в ИТ-секторе, наращивая их численность. Одновременно с этим зарубежные компании, пользуясь подходящим состоянием рынка Республики Беларусь, инвестируют в развитие данного сектора. Уже сейчас резидентами Парка высоких технологий Республики Беларусь являются 354 предприятия, наибольший удельный вес которых сконцентрирован в Минске и Минской области (рисунок).



Структура размещения компаний – резидентов Парка высоких технологий по областям Республики Беларусь (<http://www.park.by>)

Деятельность всех организаций, которые являются резидентами Парка высоких технологий, осуществляется в области ИТ, при этом каждая из них обладает рядом особенностей.

Основываясь на текущем состоянии ИТ-сектора и его преимуществах, Республика Беларусь в силах удовлетворять как внутренние нужды ИТ-сферы, так и продолжать экспортировать эти услуги. Численность высококвалифицированных кадров является одним из главных достоинств Республики Беларусь в ИТ-сфере. В связи с беспрестанным увеличением мировой потребности в приросте числа ИТ-специалистов в нашей стране ежегодно быстрыми темпами растет выпуск специалистов по компьютерным технологиям.

По данным Парка высоких технологий в Республике Беларуси в 2017 г. основным поставщиком ИТ-специалистов являлся Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники (37 %). Вторая позиция приходится на Белорусский государственный университет (27 %), и замыкает тройку лидеров Гродненский государственный университет им. Янки Купалы (6 %).

С 2016 г. в Республике Беларусь стартовал проект для учащихся со второго по шестой класс по обучению основам программного обеспечения в среде Scratch, внедренный по инициативе компаний – резидентов Парка высоких технологий и при содействии Министерства образования Республики Беларусь (<http://www.park.by>).

Таким образом, важной задачей является качественное обучение высококвалифицированных специалистов ИТ-сегмента и цифровой экономики.

На современном этапе в качестве национального приоритета в нашей стране развивается отрасль по производству программного обеспечения. Правительство Республики Беларусь всесторонне содействует ее развитию,

тем самым наращивая КПД белорусской экономики, что выражается в оборудовании специальных зон с привлекательным инвестиционным климатом и выгодными условиями налогообложения, содействуя развитию офшорного программирования.

Более того, схема программных технологических парков объединяет концепции институциональной поддержки свободной экономической зоны и экспорта, а также принципов научно-технологических парков, учитывая зарубежный опыт. Поддержка производится на всех стадиях, начиная с регистрации компании, поиска заказчиков или партнеров и заканчивая выдачей лицензии на импорт или экспорт продукции.

Из вышесказанного следует, что необходимо использовать стратегию, которая заключается:

- в поддержке и развитии интернет-торговли и баз данных (доступных для белорусских и зарубежных компаний) по вопросам ИТ;

- тесных взаимосвязях и взаимодействиях Правительства Республики Беларусь со странами Европы по вопросам разработки политики в области ИТ;

- совершенствовании продукции, производимой компаниями ИТ-сферы, содействии в развитии национальных товарных знаков в промышленности Республики Беларусь с использованием программного обеспечения;

- предоставлении ИТ-услуг своим компаниям;

- активном содействии в обновлении политики кадрового менеджмента ИТ-отрасли;

- разработке и внедрении мероприятий, обеспечивающих устойчивые позиции Республики Беларусь в области ИТ.

Таким образом, важными задачами для Республики Беларусь являются повышение занятости населения и снабжение национальной промышленности программной продукцией, что подтверждается проводимой государственной политикой. Создание подходящего климата – еще одно преимущество в развитии ИТ-сегмента в нашей стране.

МИНИМИЗАЦИЯ СРЕДНЕВЗВЕШЕННОГО ВРЕМЕНИ ПРОИЗВОДСТВА И ДОСТАВКИ ТОВАРОВ ПАРТИЯМИ ОТ ИЗГОТОВИТЕЛЯ В ТОРГОВУЮ СЕТЬ ГОРОДА

Ю. Н. Сотсков, Н. Г. Егорова

Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, Минск
e-mail: sotskov@newman.bas-net.by, NataMog@yandex.ru

Исследуется задача составления оптимального расписания производства и доставки продовольственных товаров партиями от изготовителя в торговую сеть города в течение рабочего дня. Продовольственные товары изготавливаются на предприятии, использующем собственное транспортное средство для доставки продукции в n магазинов (супермаркетов) города $\{M_1, M_2, \dots, M_n\} = M$, сделавших заказы на продукцию предприятия. Продовольственные товары изготавливаются на предприятии партиями в соответствии с заказами, поступившими из магазинов множества M . Продукция предприятия является скоропортящейся, не содержит консервантов и поэтому сравнительно быстро теряет свои потребительские качества.

В связи с указанными особенностями предприятия, каждая партия товаров для магазина $M_i \in M$ изготавливается в течение периода времени, необходимого для доставки партии товаров в магазин $M_{i-1} \in M$, $i \geq 2$, предшествующий магазину M_i в дневном расписании производства и доставки товаров в торговую сеть города. Допустимые сроки хранения продукции предприятия не превышают одного дня. Поэтому чем раньше продовольственные товары будут доставлены в магазин, тем больше вероятность того, что вся партия товаров будет продана до истечения срока ее хранения.

В качестве критерия оптимальности расписания производства и доставки товаров в магазины множества M в течение дня рассматривается минимизация суммы $\sum_{i=1}^n w_i C_i$ взвешенных моментов времени C_i доставки партий товаров в магазины $M_i \in M$. Поскольку число $n = |M|$ заказов продукции предприятия на ближайший день считается известным, то критерием оптимальности расписания производства и доставки товаров в магазины города, по сути, является средневзвешенное время доставки партии товаров в каждый из магазинов множества M . Для каждой партии товаров, изготовленной для магазина $M_i \in M$, назначается вес $w_i > 0$ с учетом объема заказанной партии товаров и ожидаемого дохода от ее реализации.

Поскольку фактическое время p_i доставки товаров в магазин $M_i \in M$ зависит от случайных факторов и условий (автомобильные пробки, погодные условия, время суток, состояние транспортного средства, выбранный маршрут доставки партии товаров и т. п.), то предполагается, что на момент составления дневного расписания по производству партий товаров и их доставки в торговую сеть города для каждой длительности p_i производства и доставки партии товаров в магазин M_i известны нижняя p_i^L и верхняя p_i^U границы фактической длительности $p_i \in [p_i^L, p_i^U]$. Фактическая длительность p_i становится известной только после возвращения транспортного средства из магазина M_i .

В терминах теории расписаний сформулированная задача с неопределенными длительностями обслуживания требований (т. е. длительностями доставки товаров в магазины города и их производства на предприятии) обозначается $1 | p_i^L \leq p_i \leq p_i^U | \sum w_i C_i$. Поскольку эта задача имеет и другие практические приложения, то будем далее использовать терминологию теории расписаний [1–3]. В задаче $1 | p_i^L \leq p_i \leq p_i^U | \sum w_i C_i$ задано множество требований $J = \{J_1, J_2, \dots, J_n\}$, $n \geq 2$, которые необходимо обслужить на одном (обслуживающем) приборе. Требованию $J_i \in J$ приписан вес $w_i > 0$, характеризующий ожидаемую прибыль от обслуживания требования $J_i \in J$ с учетом важности более раннего завершения обслуживания этого требования.

В работах [2–4] исследованы свойства параллелепипеда оптимальности перестановки $\pi_k \in S$ обслуживания требований множества $J = \{J_1, J_2, \dots, J_n\}$ для задачи $1 | p_i^L \leq p_i \leq p_i^U | \sum w_i C_i$. Здесь S обозначает множество всех перестановок обслуживания требований J . В статьях [2, 3] на основе доказанных свойств параллелепипеда оптимальности разработаны алгоритмы и программы построения перестановки $\pi_k \in S$ обслуживания требований с наибольшим полупериметром параллелепипеда оптимальности. Были проведены вычислительные эксперименты на персональном компьютере по оценке эффективности разработанных методов и программ, которые показали, что разработанные алгоритмы превосходят по качеству получаемых расписаний те, которые были опубликованы в литературе по исследованию операций. Было выделено семь серий случайно сгенерированных задач, для которых данные алгоритмы оказываются существенно более эффективными по сравнению с такими известными алгоритмами приближенного решения, как для задачи $1 | p_i^L \leq p_i \leq p_i^U | \sum w_i C_i$, так и для задачи $1 | p_i^L \leq p_i \leq p_i^U | \sum C_i$, в которой веса задаются одинаковыми для всех требований множества $J = \{J_1, J_2, \dots, J_n\}$. Проведенные вычислительные эксперименты по решению тестовых примеров на персо-

нальном компьютере показали, что разработанные в [3] алгоритмы поиска перестановки $\pi_k \in S$ с наибольшим взвешенным полупериметром параллелепипеда оптимальности обеспечивают среднюю погрешность 1,5 % для задачи $1 | p_i^L \leq p_i \leq p_i^U | \sum w_i C_i$ по сравнению с оптимальной перестановкой обслуживания требований, которую можно было бы построить при известных фактических длительностях обслуживания требований множества J . В работе [2] показано, что алгоритмы поиска перестановки с наибольшим относительным полупериметром параллелепипеда оптимальности обеспечивают среднюю погрешность 0,74 % для задачи $1 | p_i^L \leq p_i \leq p_i^U | \sum C_i$.

При применении разработанных программ для составления расписаний производства и доставки продовольственных товаров партиями от изготовителя в торговую сеть города в течение рабочего дня может достигаться прибыль для изготовителя продукции за счет уменьшения транспортных расходов и ускорения доставки потребителю скоропортящейся продукции. Даже если такая прибыль будет и небольшой в течение дня, она может стать существенной в течение месяца или года.

Эффективное использование разработанных программ предполагает их адаптацию к конкретным условиям применения. В частности, вместо одного магазина $M_i \in M$ в постановке задачи $1 | p_i^L \leq p_i \leq p_i^U | \sum C_i$ может рассматриваться множество близко расположенных магазинов. В таком случае требование $J_i \in J$ будет означать доставку партий заказанных товаров во все магазины (супермаркеты) подмножества $M_i \subset M$.

Список литературы

1. Scheduling under uncertainty. Theory and algorithms / Yu. N. Sotskov [et al.]. – Minsk : Publishing House «Belorusskaya nauka», 2010. – 326 p.
2. Sotskov, Yu. N. Single machine scheduling problem with interval processing times and total completion time objective / Yu. N. Sotskov, N. G. Egorova // Algorithms: Special Issue on Algorithms for Scheduling Problems. – 2018. – Vol. 11, no. 6 – P. 21–40.
3. Егорова, Н. Г. Минимизация суммарного времени обслуживания требований с неопределенными длительностями операций / Н. Г. Егорова, Ю. Н. Сотсков // Экономика, моделирование, прогнозирование : сб. науч. тр. / Ред. коллегия: М. К. Кравцов (гл. ред.) [и др.]. – Минск : НИЭИ Мин-ва экономики Респ. Беларусь, 2018. – Вып. 12. – С. 121–131.
4. Sotskov, Yu. N. Single-machine scheduling with uncertain durations for optimizing service logistics with one truck / Yu. N. Sotskov, N. G. Egorova // EURO mini-conference on Logistics Analytics, Minsk, Belarus, June 18–19, 2018. – Minsk, 2018. – P. 29.

ПОДГОТОВКА ФРАГМЕНТА ИЗОБРАЖЕНИЯ С ТЕНЬЮ ЗДАНИЯ ДЛЯ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Г. А. Станчик¹, А. М. Недзьведь^{1,2}, А. М. Белоцерковский²

¹Белорусский государственный университет, Минск

e-mail: genstanthik@gmail.com

²Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, Минск

e-mail: nedzveda@tut.by

Феномен тени происходит, когда объект полностью или частично закрывает прямой источник света [1]. Тень бывает двух видов: отбрасываемая и собственная. Отбрасываемая тень проецируется объектом по направлению от источника света. Собственная тень – затемнение на той части объекта, которая не освещена прямым светом. Часть отбрасываемой тени, в которой свет полностью заблокирован объектом, называется полной тенью, в то время как часть объекта, на которой источник света заблокирован лишь частично, – полутенью [2] (рис. 1).

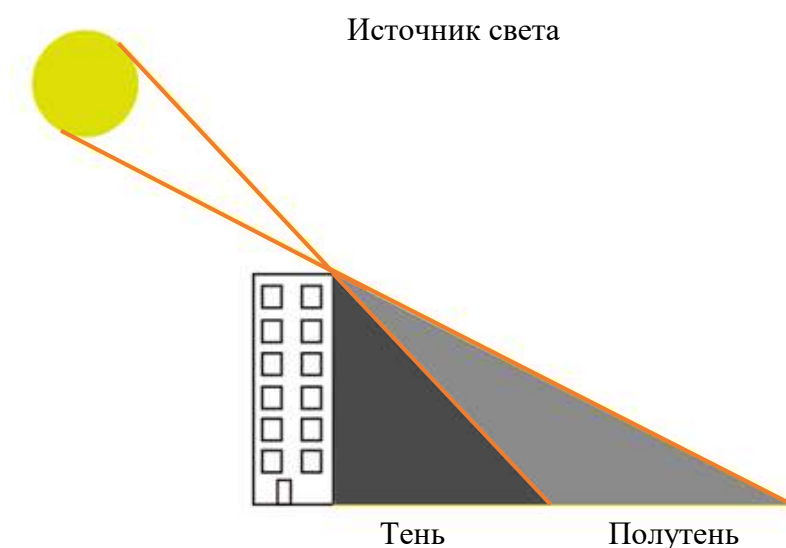


Рис. 1. Структура тени

Здание – это искусственное сооружение с крышей и стенами, которые постоянно находятся в одном месте, например небольшой или многоэтажный дом, промышленное здание. Существует два вида классификации зданий на основе алгоритмов машинного обучения – по занятости и структуре построений.

Классификация, основанная на занятости, подразделяет здания по их назначению: жилые, промышленные, учебные, административные,

сборочные, деловые, коммерческие, складские помещения, для хранения опасных материалов и др.

Рассматриваемые в настоящем докладе алгоритмы используют свойства тени (цвет, структуру, границы и т. д.) и не требуют никакой информации о самой сцене. Есть несколько способов использования этой информации. В работе [2] приводятся следующие рекомендации по работе с такими алгоритмами:

1. Значение теневых пикселей должно быть низким во всех диапазонах RGB. Это обусловлено тем, что тени обычно темнее, чем их окрестности, поэтому они должны иметь четкие границы [3].

2. Тени не влияют на текстуру поверхности, на которую они проецируются. Как правило, текстура поверхности должна быть одинаковой до и после пересечения теневых границ и отличаться только яркостью пикселей.

3. В некоторых цветовых компонентах или их комбинациях нет разницы, покрыт ли объект тенью или нет. Это означает, что они инвариантны к теням. Используя этот факт, можно обнаружить границы тени [2].

В алгоритмах, основанных на моделировании (классификация по структуре зданий), используются геометрические свойства тени вместе с информацией о сцене и геометрии зданий, транспортных средств, пешеходов и других объектов [2]. Для успешной работы алгоритма необходимо учитывать, что края отбрасываемой тени лежат точно в направлении света, а размер тени зависит от направления источника света и высоты объекта [4].

В работе [1] предложен алгоритм по обнаружению теней на изображениях высокого разрешения. Его модификация позволяет обрабатывать спутниковые снимки более низкого качества и состоит из следующих основных шагов:

Шаг 1. Выполняется просмотр изображения и в наиболее темных его областях размещаются точки (семена), обозначающие, что пиксел, на позиции которого размещена данная точка, принадлежит к затененной области изображения.

Шаг 2. В каждой темной области «семена» начинают «прорастать»: к каждому «семени» итеративно добавляются пиксели окрестности, если они удовлетворяют условиям сравнения (яркости, интенсивности, глубины и др.).

Шаг 3. Производится фильтрация полученных регионов от «ложных срабатываний» (например, у воды). Фильтрация производится на основе характеристики выделенного региона, такой как вариация (например, у воды на спутниковом изображении вариация крайне мала).

Шаг 4. Определяются геометрические характеристики и свойства тени, по которым производится фильтрация областей для определения принадлежности к тени.

На рис. 2 показан результат работы предложенной модификации алгоритма по обнаружению теней зданий на спутниковых изображениях низкого разрешения.



a)



б)

Рис. 2. Исходное спутниковое изображение городской застройки (*a*) и результат работы алгоритма обнаружения тени (*б*)

Данный алгоритм позволяет выявлять много особенностей на спутниковых изображениях с невысоким качеством, при этом общие свойства теней конкретного здания определяются только путем анализа общих

свойств всех зданий на изображении или нескольких из них, которые находятся в окрестности анализируемого объекта. Угол тени, отношение тени и полутени, время захвата изображения для каждой области представляют собой информацию, которая используется для коррекции тени и восстановления сцены.

Список литературы

1. Etemadnia, H. Automatic Image Shadow Identification using LPF in Homomorphic Processing System / H. Etemadnia, M. R. Etemadnia / Proc. VII Digital Image Computing: Techniques and Applications [Electronic resource]. – 2003. – Mode of access: https://www.researchgate.net/publication/221209837_Automatic_Image_Shadow_Identification_using_LPF_in_Homomorphic_Processing_System. – Date of access: 28.02.19.
2. Arevalo, V. Shadow detection in colour high-resolution satellite images // V. Arevalo, J. González-Jiménez, G. Ambrosio / Intern. J. of Remote Sensing. – 2008. – Vol. 29, iss. 7. – P. 1945–1963.
3. Scanlan, J. M. A shadow detection and removal algorithm for 2-D images // J. M. Scanlan, D. M. Chabries, R. W. Christiansen / Proc. in IEEE Intern. Conf. on Acoustic, Speech, and Signal Processing (ICASSP), Albuquerque, New Mexico, 3–6 April 1990. – 1990. – P. 2057–2060.
4. Locating shadows in aerial photographs using imprecise elevation data / M. R. Stevens [et al.] // Computer Science Department : technical report CS-95-105. – Fort Collins : Colorado State University, 1995. – P. 7.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАКОДИРОВАННОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ В КАСКАДНЫХ ТАБЛИЦАХ СТИЛЕЙ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ОБЪЕМА СТЕГАНОГРАФИЧЕСКИХ КОНТЕЙНЕРОВ ФОРМАТА EPUB

А. А. Сущеня

Белорусский государственный технологический университет, Минск
e-mail: asuschenya@gmail.com

На сегодняшний день огромную роль играет цифровое представление информации. Развитие вычислительной техники создало предпосылки для исследований и научных предложений в области компьютерной стеганографии. Первая причина активной работы в направлении этих исследований заключается в том, что во многих странах мира существуют законодательные ограничения на использование средств криптографии, другая причина – в необходимости защиты права собственности на цифровую информацию. Ввиду этого требуется расширить и углубить теоретическую базу стеганографии как платформу для тайной передачи и хранения информации [1].

С развитием информационных технологий стали появляться цифровые объекты, имеющие в своей структуре избыточность, которую можно использовать для реализации стеганографических методов хранения и передачи данных. К таким объектам можно отнести электронные книги. В настоящее время наиболее популярны такие форматы электронных книг, как: FB2, EPUB, MOBI, KF8, DJVU, RTF. Для стеганографии наиболее выгодным форматом из перечисленных ввиду особенностей строения является формат EPUB. Рассмотрим его структуру. EPUB – ZIP-файл, сжатый особым образом. В этом можно убедиться, изменив расширение файла .epub на .zip и разархивировав его любым архиватором.

Минимальный набор файлов, который входит в EPUB, должен быть следующим:

- файл `mimetype` со строчкой «`application/epub+zip`»;
- папка `META-INF` с файлом `container.xml`, указывающим, где хранится содержимое книги;
- папка `OPS`, включающая: файл с метаданными книги, списком всех файлов, которые нужны для ее содержимого, описанием последовательности чтения файлов и путеводителем по ключевым файлам; файл `toc.ncx`, содержащий оглавление книги в том виде, в котором оно будет прочитано программой для чтения; файл `stylesheet.css` с описанием стилей оформления текста; файлы содержимого в формате XHTML; папки с иллюстрациями и шрифтами.

Для визуального оформления XHTML разметки используется CSS (англ. Cascading Style Sheets – каскадные таблицы стилей) – технология описания внешнего вида документа, оформленного языком разметки. Если XHTML предоставляет информацию о структуре электронной книги, то таблицы стилей сообщают, как она должен выглядеть. Стиль – это совокупность правил, применяемых к элементу гипертекста и определяющих способ его отображения. Стиль включает все типы элементов дизайна: шрифт, фон, текст, цвета ссылок, поля и расположение объектов. Таблица стилей – это совокупность стилей, применяемых к гипертекстовому документу, а каскадирование – порядок применения различных стилей.

При создании файлов CSS существует практика хранения изображений в формате base64. Хранение картинки небольшого размера в data:image base64 в CSS существенно экономит количество запросов к серверу. Для реализации данного подхода необходимо закодировать изображение в формат base64, например при помощи онлайн-сервиса. Далее положить получившуюся строку в файл CSS, заменяя «ТИП» на MIME-тип изображения – JPEG/PNG/GIF или BMP и «КОД» на нужную строку в base64 (рисунок).

```
.some_class {  
    background-image: url("data:image/ТИП;base64,КОД");  
}
```

Пример использования base64 для задания фона в стиле

Применение данного подхода возможно при внедрении информации в электронные книги. Внедряемое сообщение можно закодировать в base64 и разместить в качестве значения свойства в классе, который не используется в книге. Предлагаемый способ может быть полезен для контроля уже существующих методов осаждения информации в электронные книги [2–6].

Список литературы

1. Урбанович, П. П. Защита информации методами криптографии, стеганографии и обфускации / П. П. Урбанович. – Минск : БГТУ, 2016. – 220 с.
2. Суцня, А. А. Стеганографическое преобразование текстовых контейнеров на основе языков разметки / А. А. Суцня // 68 науч.-техн. конф. учащихся, студентов и магистрантов, Минск, 17–22 апр. 2017 г. : в 4 ч. / Белорус. гос. технол. ун-т. – Минск, 2017. – Ч. 4. – С. 145–149.
3. Суцня, А. А. Способ стеганографического осаждения информации в документ с расширением .DOCX / А. А. Суцня // XXI Респ. науч. конф. студентов и аспирантов, Гомель, 19–21 марта 2018 г. / Гом. гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель, 2018. – С. 303–304.

4. Сушня, А. А. Идея и архитектура веб-приложения, использующего в качестве стеганографического контейнера документы формата DOCX / А. А. Сушня // Междунар. науч.-практ. конф., Минск 14–18 мая 2018 г. / Белорус. гос. ун-т. – Минск, 2018. – С. 170.

5. Сушня, А. А. Модификация стеганографического метода изменения междустрочного расстояния электронного документа / А. А. Сушня, Е. А. Блинова, П. П. Урбанович // Технические средства защиты информации : XVI Белорус.-рос. науч.-техн. конф., Минск, 5 июня 2018 г. : тез. докл. / Белорус. гос. ун-т инф. и радиоэлект. – Минск, 2018. – С. 90–91.

6. Сушня, А. А. Программное средство стеганографического преобразования текстов-контейнеров на основе языка разметки XML / А. А. Сушня // 69 науч.-техн. конф. учащихся, студентов и магистрантов, Минск, 2–13 апр. 2018 г. : в 4 ч. / Белорус. гос. технол. ун-т. – Минск, 2018. – Ч. 4 – С. 81–84.

МОДУЛЬ УЧЕТА И КОНТРОЛЯ ЯДЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ, РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ И ОТРАБОТАВШЕГО ЯДЕРНОГО МАТЕРИАЛА

С. Н. Сытова, А. П. Дунец, А. Н. Коваленко, А. А. Мазаник, С. В. Черепица
Институт ядерных проблем Белгосуниверситета, Минск
e-mail: sytova@inp.bsu.by

Доклад посвящен обзору возможностей и функций модуля учета и контроля ядерных материалов (ЯМ), радиоактивных отходов (РАО) и отработавшего ядерного материала (ОЯТ), разработанного в рамках интеллектуальной информационной системы сотрудника Госатомнадзора для обеспечения контроля (надзора) в области ядерной и радиационной безопасности (ИИСН ГАН). ИИСН ГАН была создана и внедрена в Департаменте по ядерной и радиационной безопасности Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь (Госатомнадзоре) в рамках выполнения задания 1-02 ГНТП «Интеллектуальные информационные технологии» [1]. В систему входит модуль 1 контроля (надзора) за обеспечением безопасности при сооружении и вводе в эксплуатацию Белорусской АЭС, включая контроль (надзор) за оборудованием, системами и элементами энергоблоков № 1, 2 Белорусской АЭС, и модуль 2 контроля (надзора) за радиационной безопасностью источников ионизирующего излучения.

Таким образом, модуль учета и контроля ЯМ, РАО и ОЯТ стал модулем 3 ИИСН ГАН, который предназначен для автоматизации работы сотрудников Госатомнадзора в части контроля и надзора ЯМ, РАО и ОЯТ и обеспечивает работу сотрудников в едином стиле и с единым интерфейсом с остальными модулями ИИСН ГАН.

Модуль 3 ИИСН ГАН обеспечивает автоматизацию хранения информации, связанной с осуществлением Госатомнадзором функций по учету, контролю и надзору в соответствии с международными обязательствами Республики Беларусь за оборотом и использованием ЯМ, РАО и ОЯТ, лицензированием деятельности в области использования ЯМ, разрешительной деятельностью, учетом ЯМ вне ядерных установок.

Целью разработки модуля 3 является создание инструмента для эффективного выполнения функций Госатомнадзором в части учета и контроля ЯМ, РАО и ОЯТ, чтобы обеспечить быстрый доступ к необходимой информации, упростить создание, ускорение получения и повышения сохранности информации и данных по контролю (надзору) в области ядерной и радиационной безопасности, создать условия для об-

мена, накопления и сохранения информации, данных и знаний на уровне, обеспечивающем безопасное, устойчивое и эффективное развитие атомной отрасли Республики Беларусь. Функционирование модуля 3 обеспечивает систему информационной поддержки Госатомнадзора; базируется на принятых методах сбора, учета, хранения и анализа информации по наработкам, дефектам, повреждениям, отказам и нарушениям в области ядерной и радиационной безопасности; опирается на существующие и используемые Госатомнадзором базы данных в области ядерной и радиационной безопасности; включает в себя возможность формирования всей необходимой отчетности на республиканском и международном уровнях по формам отчетности МАГАТЭ [2].

ИИСН ГАН разработана на основе свободного программного обеспечения (СПО), которое предоставляет пользователю право на неограниченную установку, а также исследование, свободное использование, модификацию и передачу программ. СПО с открытым исходным кодом имеет ряд преимуществ по сравнению с проприетарным коммерческим ПО и получает все более широкое распространение в мире IT. Более того, в такой чувствительной сфере, как ядерная и радиационная безопасность, страны, имеющие у себя атомные объекты, стараются использовать отечественные программные разработки.

Итак, ИИСН ГАН – белорусская разработка, электронная система клиент-серверной архитектуры на основе СПО: Debian GNU/Linux, Web-server Apache, сервер баз данных Firebird с использованием сервера приложений РНР. Система работает под управлением ОС Windows и Linux. Работа пользователей осуществляется с рабочих компьютеров по внутренней сети либо с использованием VPN через веб-интерфейс в многопользовательском режиме с разделением прав доступа посредством ширококораспространенных браузеров. На компьютерах пользователей ничего дополнительно не устанавливается, достаточно наличия браузера.

Система может быть развернута на виртуальной машине сервера (как модули 1 и 2), либо на отдельно выделенном компьютере (как в случае модуля 3). Последнее связано с требованиями безопасной работы с данными для служебного пользования. На рис. 1 и 2 приведены копии экранов работы модуля 3 – стартовая страница и страница справочников по ЯМ, РАО и ОЯТ.

В рамках работы над модулем 3 разработан оригинальный инструмент импорта (экспорта) данных в (из) системы, реализован импорт (экспорт) основных учетных документов в (из) системы по фиксированному и маркированному коду 10 [2] в соответствии с требованиями МАГАТЭ, а также разработан инструмент для предгенерации и проверки основных учетных документов ЯМ.



Рис. 1. Снимок экрана интерфейса главной страницы модуля 3



Рис. 2. Справочники по ЯМ, РАО и ОЯТ

Список литературы

1. Информационная система eLab для аккредитованных испытательных лабораторий / С. Н. Сытова [и др.] // Информатика. – 2017. – № 55. – С. 49–61.

2. Соглашение между Республикой Беларусь и Международным агентством по атомной энергии о применении гарантий в связи с Договором о нераспространении ядерного оружия [подписано в г. Минске 14.04.1995] // Информационный циркуляр МАГАТЭ INFCIRC/495 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.iaea.org/sites/default/files/infcirc495_rus.pdf. – Дата доступа: 23.03.19.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЛОКЧЕЙНА HYPERLEDGER FABRIC

Г. Г. Трубач

Белорусский государственный университет, Минск

e-mail: gennady.trubach@gmail.com

Управление цепями поставок является одной из основополагающей задачей в логистике. Хотя само управление довольно хорошо изучено и используется, возникают вопросы в мониторинге и безопасности цепей поставок.

Часто такие процессы сопровождаются бумажными товарно-транспортными накладными, что ухудшает безопасность и контроль поставки из-за их несложной фальсификации, возможной утери или порчи. Бумажная отчетность также не позволяет отслеживать товар. В то же время у покупателей могут возникнуть вопросы о качестве товара, а на данный момент у них нет возможности отследить происхождение и историю товара.

Для решения упомянутых проблем подходит технология блокчейн, основными принципами которой являются распределенность, открытость и защищенность (неизменяемость данных).

Так как технология блокчейн обеспечивает последовательность, неизменяемость и открытость данных, то она позволяет решить задачи доверия, неизменяемости и открытости истории товара.

Hyperledger Fabric

Hyperledger Fabric – это платформа для построения частного блокчейна с открытым исходным кодом, имеет модульную и конфигурируемую структуру, что позволяет использовать ее для решения задач в различных областях.

Блокчейн Hyperledger Fabric состоит из набора узлов, формирующих сеть (рис. 1). Все узлы идентифицируются и могут иметь одну из следующих трех ролей [1]:

1. Клиентские узлы, которые формируют транзакции, участвуют в фазе выполнения и транслируют их упорядочивающим узлам.

2. Узлы, выполняющие и проверяющие транзакции. Все узлы хранят полную копию данных блокчейна и позволяют только добавлять новые данные. Выполняют транзакции не все узлы, а только специально предназначенные для этого.

3. Узлы, упорядочивающие транзакции (Ordering Service Nodes, OSN), коллективно образуют сервис упорядочивания и не участвуют в выполнении и проверке транзакций.

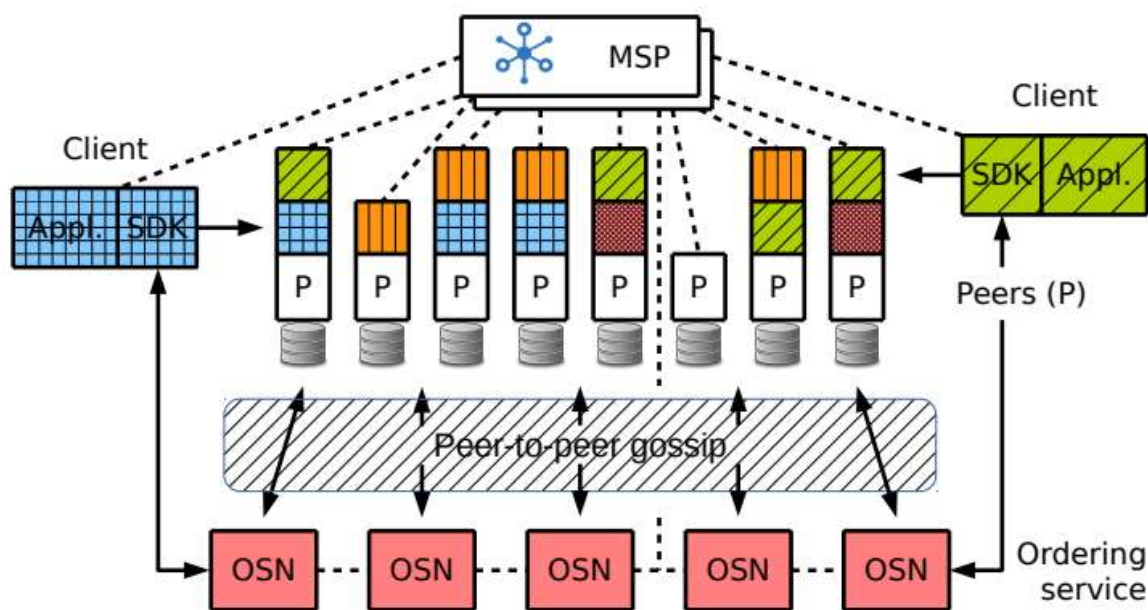


Рис. 1. Структура блокчейна Hyperledger Fabric: MSP(Membership Service Providers) – провайдеры идентификации; OSN – узлы упорядочивания; P(Peers) – узлы; Appl. – приложение, использующее блокчейн; SDK – набор инструментов для работы с блокчейном

Hyperledger Fabric также поддерживает смарт-контракты – chain-код (chaincode), написанный на одном из следующих языков: Go, JavaScript или Java. С помощью chain-кода можно определять поведение бизнес-процессов, использующих блокчейн.

Hyperledger Fabric может хранить данные в одной из двух баз данных LevelDB или CouchDB. LevelDB – предназначена для данных в виде «ключ-значение» и не поддерживает запросы с критериями для выборки нужных данных. Сложные запросы для выборки можно делать в CouchDB так как она является полноценной NoSQL базой данных [2].

Разработка системы мониторинга цепей поставок с использованием блокчейна Hyperledger Fabric

Система мониторинга цепей поставок состоит из следующих компонентов (рис. 2): датчиков для отправки сигналов о состоянии товаров; приложения для просмотра истории товара; Hyperledger Fabric, включающего chain-код, API для работы с блокчейном и базы данных, копии которых хранятся у всех узлов.

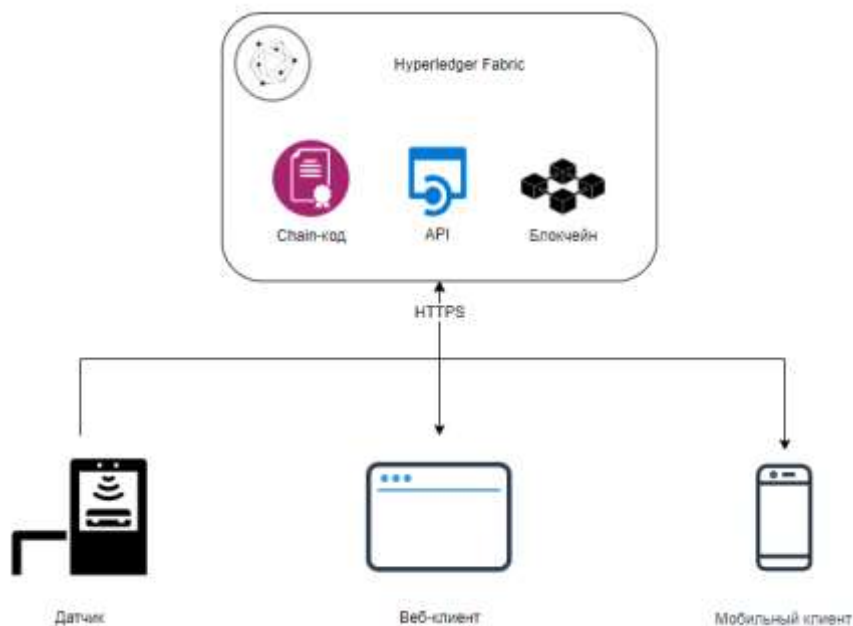


Рис. 2. Архитектура системы

Датчики нужны для автоматизированной и постоянной отправки информации о товаре блокчейна. Например, во время перевозки товара они могут отправлять координаты нахождения товара.

Веб- и мобильный клиенты необходимы для просмотра всей истории товаров. Например, покупатель может отсканировать штрихкод товара в магазине и с помощью приложения увидеть всю его историю, начиная от производства и заканчивая появлением в магазине.

Hyperledger Fabric содержит API для работы с блокчейном и выполняет chain-код, который описывает сохранение и выборку данных о товаре из блокчейна.

Таким образом, применение технологии блокчейн для мониторинга цепей поставок улучшит прозрачность и надежность процессов поставок товаров, что в свою очередь позволит организациям оптимизировать свои бизнес-процессы и повысить уровень доверия между всеми участниками этих процессов.

Список литературы

1. Androulaki, E. Hyperledger Fabric: A Distributed Operating System for Permissioned Blockchains / E. Androulaki // arXiv:1801.10228v2 [cs.DC] [Electronic resource]. – 2018. – Mode of access: <https://arxiv.org/pdf/1801.10228v2.pdf>. – Date of access: 09.03.2019.
2. CouchDB as the State Database / Hyperledger [Electronic resource]. – Mode of access: https://hyperledger-fabric.readthedocs.io/en/release-1.4/couchdb_as_state_database.html. – Date of access: 07.03.2019.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЕ

А. В. Тузиков, А. Г. Гривачевский, М. Я. Ковалев, В. А. Карabanович
Объединенный институт проблем информатики
Национальной академии наук Беларуси, Минск

Одним из направлений долговременной государственной политики для повышения эффективности экономики является внедрение информационных технологий и систем на предприятиях, в холдингах и в государственном управлении. Развитие информационных систем в Республике Беларусь требует дальнейшего формирования единого информационного пространства на основе интеграции различных информационных систем и предоставления быстрого доступа к открытым государственным данным, модернизации традиционных отраслей промышленности на основе внедрения передовых мировых стандартов, технологий цифрового производства. При этом тормозящими факторами выступают невысокий уровень инвестиций в эту область со стороны государства, предприятий и организаций, а также недостаточное использование всех возможностей государственно-частного партнерства при выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и внедрении полученных результатов.

Для увеличения объемов финансирования в информационную отрасль существует механизм государственных научно-технических программ (ГНТП), который предполагает финансирование до 50 % за счет средств республиканского бюджета на утвержденные проекты в области информационных систем и технологий. Примером такой программы с государственной поддержкой инновационного развития экономики является ГНТП «Разработка и внедрение в отраслях экономики передовых интеллектуальных информационных технологий и систем» на 2016–2020 гг. (далее Программа), которая предполагает внедрение интегрированных информационных систем управления процессами и ресурсами предприятий и организаций, технологий инженерного анализа с использованием суперкомпьютерных высокопроизводительных систем; информационных технологий в медицине и государственном управлении; логистических систем и технологий электронной идентификации.

Главной целью Программы является повышение эффективности работы экономических субъектов, улучшение качества выпускаемой продукции, снижение энергетических и трудовых затрат, повышение качества медицинского обслуживания населения за счет внедрения интеллектуальных информационных технологий и систем.

Основными задачами Программы являются:

– решение задач информационного и методического обеспечения деятельности крупных предприятий, холдингов и объединений; внедрение интеллектуальных информационных технологий и систем для управления процессами и ресурсами организаций, направленное на повышение производительности труда, обеспечение конкурентоспособности новой продукции и услуг, сокращение импорта;

– разработка и внедрение наукоемких интеллектуальных технологий мониторинга состояния здоровья населения и факторов окружающей среды, внедрение наукоемких методов, алгоритмов и технологий интеллектуального анализа молекулярно-генетических, клинических и лабораторных данных с созданием информационно-аналитических систем на их основе, а также разработка и внедрение систем поддержки принятия решений для профилактики заболеваний, диагностики и определения лечебной тактики;

– создание средств, технологий и систем радиочастотного мониторинга прохождения объектов по всему циклу – от разработки и производства до реализации и утилизации.

В выполнении заданий Программы принимают участие: ОИПИ НАН Беларуси, НИУ «Институт ядерных проблем» БГУ, РНПЦ детской онкологии, гематологии и иммунологии, РНПЦ трансфузиологии и медицинских биотехнологий, ОАО «КБТЭМ-ОМО». Исполнители заданий Программы имеют длительный опыт создания и внедрения информационных систем и технологий, штат высококвалифицированных научных сотрудников и инженерно-технических работников, включая кандидатов и докторов наук.

В рамках Программы реализованы следующие проекты:

– «Разработать и внедрить программный комплекс управления оборудованием контроля критических размеров на базе систем машинного зрения». Исполнитель – ОИПИ НАН Беларуси, соисполнитель – ОАО «КБТЭМ-ОМО». Практическая значимость работы состоит в применении полученных результатов при производстве сверхбольших интегральных схем. Данный программный комплекс позволяет сократить время проектирования и наладки прецизионного оборудования различного назначения и обеспечить общее снижение затрат на разработку программного обеспечения до 20 % по сравнению с существующим технологическим процессом разработки и изготовления оборудования контроля.

– «Разработать модели прогноза, создать и внедрить интеллектуальную систему прогнозирования рисков ранних и поздних рецидивов детских острых лейкозов для своевременной коррекции терапии». Исполнитель – РНПЦ детской онкологии, гематологии и иммунологии, соисполнитель – ОИПИ НАН Беларуси. Реализация данного задания позволяет выявить новые факторы риска возникновения ранних и поздних рецидивов острых лейкозов у детей и их прогностическую значимость; модифицировать про-

токолы терапии лейкозов для снижения риска возникновения рецидивов у детей с острыми лейкозами на стадиях индукции ремиссии, консолидации и поддерживающей терапии; уменьшить вероятность возникновения ранних и поздних рецидивов острых лейкозов, увеличить общую выживаемость, повысить качество жизни пациентов. Внедрение системы позволяет проводить своевременную коррекцию терапии, обеспечивая предотвращение случаев рецидива детского лейкоза.

– «Разработать комплекс программных средств информационной поддержки процессов автоматизированного решения типовых задач технологической подготовки производства для предприятий республиканского объединения «Белагросервис»». Исполнитель – ОИПИ НАН Беларуси, соисполнители – ОАО «Минский Агросервис» и ОАО «Светлогорский Агросервис». Применение комплекса позволяет сократить срок подготовки производства на 30–35 %, обеспечить экономию металлопроката на 10–15 %, повысить качество изготовления и ремонта сельскохозяйственной техники, отказаться от приобретения за рубежом комплектующих деталей для части эксплуатируемых машин и механизмов импортного производства.

Результаты ранее выполненных заданий Программы внедряются на ОАО «Белкоммунмаш», ОАО «АМКОДОР», ОАО «Интеграл», ОАО «КБТЭМ-ОМО», а также в медицинских учреждениях Беларуси. В качестве примера можно привести задание «Разработать и внедрить информационную технологию компьютерного моделирования испытаний устройств защиты при опрокидывании дорожных и лесохозяйственных машин с использованием экспериментальной информации об их механических свойствах». Внедренная технология активно используется в ОАО «АМКОДОР», за 2015–2018 гг. поставлено 616 кабин на сумму 2533,45 тыс. долл. США при использовании бюджетных средств в сумме 55,72 тыс. долл. США, что соответствует коэффициенту 45,4 эффективности по заданию (отношение стоимости выпущенной продукции к бюджетным затратам). Продукция поставлялась в страны СНГ (Азербайджан, Казахстан, Российская Федерация, Украина и др.), страны Юго-Восточной Азии (Вьетнам, Бангладеш), страны Ближнего Востока. Эффективность программы в целом за 2011–2018 гг. составила 9,17. Значителен экономический эффект от импортозамещения – не пришлось покупать за валюту программные средства и отдельные освоенные изделия. Дополнительно получен экономический эффект за счет экономии трудовых ресурсов и электроэнергии.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ВУЗЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

П. П. Урбанович, В. Л. Колесников

Белорусский государственный технологический университет, Минск
e-mail: pav.urb@yandex.by, uppkul@kul.pl

Качество подготовки специалистов – это важнейшая составляющая социальной сферы, которая определяет степень соответствия образовательно-воспитательного процесса потребностям страны в плане развития и формирования профессиональных и гражданских компетенций человека.

Под оценкой знаний, умений и навыков (ЗУН) обычно понимается процесс сравнения достигнутого студентом уровня владения ЗУН с требованиями учебных стандартов и учебных программ по дисциплинам. Условным отражением оценки ЗУН является отметка, выражаемая в баллах.

Среди важнейших общепринятых требований, предъявляемых к оценке знаний, можно выделить следующие: объективность, гуманность, систематичность, открытость (гласность), действенность.

Присоединение Беларуси к Болонскому процессу требует пересмотра некоторых положений системы образования в стране. Одним из направлений совершенствования образования в высшей школе является применение системы зачетных единиц, что открывает возможность и необходимость преобразования учебного процесса, или, как часто говорят, внедрения инноваций, которые отождествляются обычно с информатизацией.

Существующая в стране нормативная база в целом позволяет реализовывать мероприятия по информатизации системы образования. Вместе с тем ряд нормативных документов уже устарел в силу высокой динамики развития методов и средств информационных технологий.

В работе [1] описана методика комплексной оценки качества образования по дисциплине в условиях кредитно-модульной системы организации учебного процесса, основанная на использовании нечетких множеств и лингвистических переменных. Кредитно-модульная система позволяет набирать различные модули помимо обязательных предметов, т. е. формировать индивидуальный учебный план, соответствующий тем не менее необходимому стандарту. Таким образом, у студента формируется свой образовательный маршрут, ориентированный на индивидуальные потребности. В процессе обучения студент «зарабатывает кредиты», которые являются мерой трудоемкости его деятельности.

В рамках ECTS (от. англ. European Credit Transfer and Accumulation System – Европейская система перевода и накопления баллов) разработана оценочная шкала [2]. Она не имеет национальной базисной точки и служит для объективной оценки способностей студента.

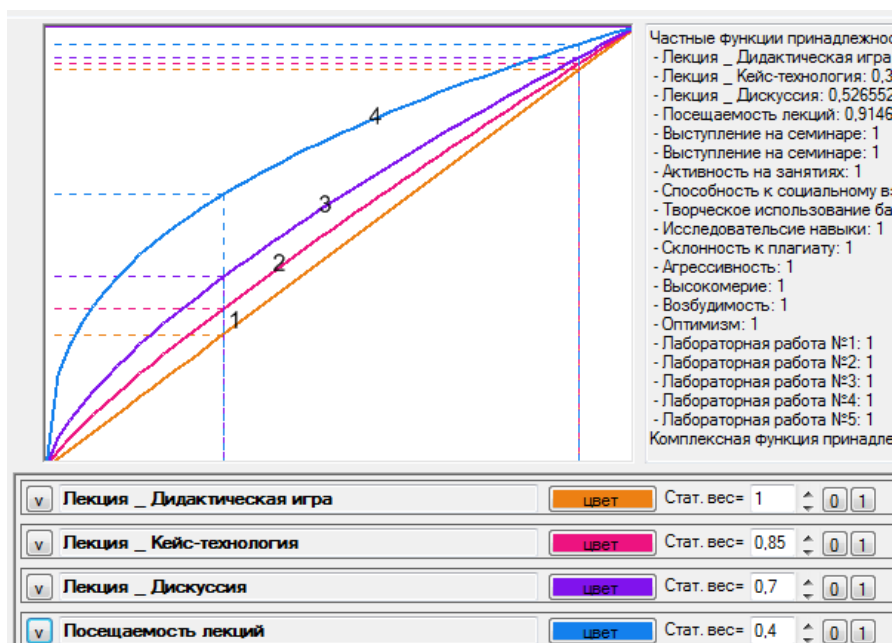
Для комплексной оценки качества образования по условной дисциплине могут быть выбраны показатели (критерии), оцениваемые по десятибалльной шкале (таблица).

Примерная таблица с показателями оценочной шкалы

Фамилии и имена студентов	Лекция-дискуссия	Посещаемость лекций	Выступление на семинаре	Активность на занятиях	Способность к взаимодействию	Творческое использование знаний	Исследовательские навыки	Склонность к плагиату	Агрессивность	Высокомерие	Возбудимость	Оптимизм	Лабораторная работа 1	Лабораторная работа 2	Лабораторная работа 3	Экзамен
Студент 1	4	8	5	4	5	2	5	8	1	1	2	3	3	6	6	5
Студент 2	3	9	10	3	8	3	4	1	1	1	1	2	8	5	6	4
Студент 3	9	10	4	10	3	10	10	1	8	9	6	10	8	10	9	7
Студент 4	3	8	10	10	4	9	3	1	1	8	3	5	10	3	8	8
Студент 5	4	7	4	4	9	3	2	1	2	1	5	4	4	5	4	5
Студент 6	9	5	4	7	9	3	4	7	4	1	0	4	3	8	7	7
Студент 7	4	9	9	4	8	8	5	1	1	1	4	3	7	5	4	4

В основе обработки данных, которые в таблице отображаются соответствующими количественными показателями, лежит функции принадлежности, определяющая субъективную степень уверенности преподавателя (педагога) в том, что рассматриваемая отметка x по десятибалльной шкале соответствует содержательному смыслу нечеткого множества (в пределах от нуля до единицы). Для компьютерной обработки результатов [3] и оценки качества образования информация, содержащаяся в некотором нерегламентированном в вузах виде, может быть легко переведена в форму параметрических функциональных зависимостей: линейной, логистического правостороннего и левостороннего сигмоида, колоколообразной гауссовой функции [4].

Для автоматизации процесса численных оценок было разработано специализированное программное средство. На рисунке показан пример экранной формы использования программного средства для решения рассматриваемой задачи.



Экранное отображение графиков линейной функции принадлежности с различными значениями статистического веса

Понятно, что тяжело «оцифровать» чувства или эмоции человека. Будем считать, что описанная методика и реализующее ее программное средство помогут найти новые эффективные решения задач, которые ставятся сегодня перед отечественной системой образования.

Список литературы

1. Колесников, В. Л. Методика и компьютерное средство для комплексной оценки качества образования по дисциплине в условиях кредитно-модульной системы организации учебного процесса / В. Л. Колесников, П. П. Урбанович // Труды БГТУ. – 2015. – № 8(181). – С. 12–25.
2. Давыдова, О. В. Методические рекомендации по внедрению в вузе системы зачетных единиц (кредитов) / О. В. Давыдова, В. И. Звонников, М. Б. Челышкова. – М.: ГУУ, 2010. – 50 с.
3. Urbanovich, P. P. Information model of knowledge representation in computer automated learning systems / P. P. Urbanovich, A. V. Kabak, L. S. Moroz // New Electrical and Electronic Technologies and their Industrial Implementation : Proc. of the 6th Intern. Conf., Zakopane, Poland. – Lublin, 2009. – P. 58.
4. Колесников, В. Л. Компьютерные модели в промышленной экологии : учеб. пособие для студ. вузов / В. Л. Колесников, П. П. Урбанович, И. М. Жарский. – Минск : БГТУ, 2003. – 243 с.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Н. В. Халипова, А. И. Кузьменко, И. Ю. Лесникова, Н. А. Исрафилова
Университет таможенного дела и финансов, Днепр, Украина

В хозяйственной деятельности роль промышленного транспорта очень весома, благодаря ему осуществляются как перевозки внутри цехов предприятий и между ними, так и связь цехов со складами, с магистральным транспортом при вывозе-завозе сырья и продукции.

На практике функционирование транспортных структурных подразделений требует формирования научно обоснованных рекомендаций относительно эффективного стратегического планирования и адаптации существующих положений к специфическим условиям деятельности промышленных предприятий [1]. Оперативное планирование является завершающим звеном в системе планирования деятельности предприятия [2].

Анализ транспортно-логистических процессов предприятий на современном этапе показал определенные диспропорции их развития. Базовый недостаток – это неэффективное распределение и способ использования имеющихся транспортных средств, в частности автопарка. В условиях нестабильности экономической ситуации в Украине главные задачи управления автотранспортным цехом состоят в обеспечении ритмичного функционирования всех звеньев, оперативности и четкости анализа текущей информации, в дальнейшей подготовке, принятии и реализации управленческих решений по использованию транспорта.

Поскольку качество планирования прямо зависит от полноты имеющейся информации и скорости обработки данных, все подразделения предприятия должны быть оснащены современным программным обеспечением. Это создаст единую сеть и значительно упростит процесс приема и обработки как исходящих, так и входящих данных.

Автоматизация транспортных процессов требует обработки данных в реальном времени и их оперативного анализа с дальнейшим формированием отчетности. Для этого необходимо внедрение программного обеспечения, с помощью которого заявки на предоставление автотранспорта будут фиксироваться в системе ежедневно. Это позволит оптимально и быстро распределить автотранспорт по структурным подразделениям предприятия и вести учет фактического времени работы.

Частное акционерное общество «Днепровский коксохимический завод» (ПАТ «ДКХЗ») входит в Метинвест, структура которого также вклю-

чает добывающие и металлургические предприятия в Украине, ЕС и США. На сегодняшний день ПАТ «ДКХЗ» является одним из немногих предприятий данной отрасли в стране с полным циклом переработки химических продуктов коксования (<http://www.dkhz.com.ua/index.php/corpdocs>; <https://metinvestholding.com>).

Бизнес-процессы для осуществления транспортных операций автотранспортного цеха реализуются с применением средств вычислительной техники, стандартного офисного программного обеспечения программ собственной разработки. Проанализировав процесс планирования на предприятии, можно отметить ряд недостатков. Во-первых, это использование при оперативном планировании значительных временных ресурсов ежедневно и высокая трудоемкость данного процесса. Во-вторых, недостаточная согласованность информационных потоков в процессе подачи заявок и распределения транспорта из-за большого количества задействованного персонала. Это ведет к снижению гибкости, так как для внесения изменений в одну заявку приходится просматривать всю систему. В-третьих, наличие большого бумажного документооборота и дублирование информации при переносе с бумажных носителей в электронные таблицы и наоборот. При этом возникает проблема с полнотой информации, поскольку в информационной системе отображается итоговая информация, которую сложно проверить. В-четвертых, сложность осуществления контроля и анализа. Планированием и фактическими данными занимаются разные сотрудники, поэтому не всегда видно, для чего и когда использовалось транспортное средство, для чего его планировали использовать.

Решением для оптимизации процесса является единая система предоставления заявок, где будет отмечаться суточная фактически выполненная работа. Здесь же сразу появится возможность проследить, сколько часов кумулятивно потратил один цех (структурное подразделение) и на выполнение каких работ, а также провести анализ использованных автомобилечасов. По желанию в систему можно вносить и плановые маршруты. Таким образом, прогнозируемо повышается скорость обмена информацией, уменьшаются количество ошибок в учете и объем непроизводительной «бумажной» работы, а также объединяются ранее разрозненные информационные блоки.

Выбор программного обеспечения – это внедрение программы автоматизации модели управления компаниями группы предприятий на базе системы SAP (Systems, Applications and Products in Data Processing), с помощью которой производится автоматизация управления финансово-хозяйственной деятельностью предприятия, а также планирование и оптимизация деятельности всего холдинга. Преимущества системы SAP следующие: абсолютная гибкость и возможность настройки данных; работа в реальном времени, поскольку программа получает актуальную информа-

цию; поддержка более 5000 пользователей одновременно (для сравнения 1С поддерживает только 1500); доступная и быстрая синхронизация с другими приложениями; минимальный риск возникновения ошибок; программа сама обучается, учитывая опыт других успешных компаний. При этом SAP может быть полностью настроена программистом индивидуально под нужды предприятия, что позволит добавить транзакции для внесения плановых автомобиле-часов и отображения ежедневно выполненной работы. В транзакцию могут встраиваться уже существующие маршруты движения внутри предприятия с указанием расстояний.

Таким образом, в новой транзакции предлагается указывать: код предприятия в системе; код структурного подразделения-заказчика; вид транспорта; дату, на которую заказывается транспорт и дату проводки документа; время работы в формате; комментарии – вид запланированных работ; маршрут движения (автоматически прописывается) и расстояние. Возможно использование шаблонов, когда транспорт с одинаковыми параметрами заказывается ежедневно сразу или на месяц (вместо даты прописывается диапазон). Последующие действия в системе: после составления заявки она в автоматическом режиме направляется на согласование в автотранспортный цех; после согласования есть возможность распечатать уже заполненный бланк путевого листа, где остается поставить подпись, печати и отметки о выполнении работ; фактические данные сразу заносятся в SAP, одновременно делается отметка о выполнении работ; данные за месяц аккумулируются автоматически с возможностью предоставления в отчетах.

Благодаря перечисленным предложениям ожидается снижение времени выполнения процессов за счет автоматизации; увеличение полноты информации путем детализации и обеспечения прозрачности данных; сокращение количества сотрудников, вовлеченных в планирование, распределение и внесение фактических данных; уменьшение бумажного документооборота; повышение гибкости и скорости реакции системы; предоставление возможности анализа использования транспорта; объединение разрозненных информационных блоков в одну систему.

Список литературы

1. Власенко, Д. А. Особенности стратегического планирования деятельности транспортных предприятий / Д. А. Власенко // Экономика и государство. – 2014. – № 1. – С. 21–24.
2. Нелеп, В. М. Планирование на аграрном предприятии : учебник / В. М. Нелеп. – Киев : КНЭУ. – 2004. – 495 с.

МОДЕЛЬ СХЕМЫ ДЛЯ ЗАДАЧИ ДЕКОМПИЛЯЦИИ ТРАНЗИСТОРНЫХ СХЕМ В ФОРМАТЕ SPICE

Д. И. Черемисинов

Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, Минск
e-mail: cher@newman.bas-net.by

Цифровые схемы могут быть представлены на разных уровнях абстракции. На транзисторном уровне схемы описываются в терминах транзисторов и их взаимосвязей, на уровне логических элементов используются логические вентили как стандартные блоки для описания схемы, на функциональном – описание составлено из функциональных блоков типа триггеров, сумматоров и т. п., каждый из которых может содержать большое количество логических элементов. Современные цифровые КМОП-схемы содержат на транзисторном уровне до миллиарда примитивных элементов.

Автоматическое распознавание структуры более высокого уровня абстракции в описании схемы транзисторного уровня может быть использовано при решении многих задач проектирования интегральных микросхем. Средства распознавания высокоуровневых структур в сетях транзисторов представляют собой ценный инструмент автоматизированного проектирования СБИС. Проблема извлечения подсхем из сети транзисторов изучается уже в течение долгого времени. Первоначально автоматические экстракторы подсхем использовались в основном для функциональной проверки результата физического проектирования относительно результата логического проектирования. Позже экстракторы, извлекая структуры более высокого уровня, позволили ускорить моделирование транзисторной схемы. Извлечение иерархии также является основой логического пересинтеза.

По аналогии с программированием преобразование иерархической схемы электронного устройства в схему, состоящую исключительно из примитивных элементов, называется компиляцией. Обратный процесс, в результате которого из плоской схемы строится иерархическая транзисторная схема, – декомпиляцией [1].

Формат netlist программы SPICE. Один из основных форматов для обмена электрическими схемами – это SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis, программа моделирования радиоэлектронных компонентов). Главной частью описания схемы в формате SPICE является список транзисторов, в котором для каждого вывода транзистора указано имя цепи, соединяющей его с остальными частями схемы [2].

Электронные схемы могут быть представлены в виде помеченных графов. Простой моделью для электрических схем является гиперграф, в котором вершины соответствуют устройствам, а дуги – соединениям.

Для поиска подсхемы в исходной схеме более удобной моделью является двудольный граф. Вершины двудольного графа разделены на два множества. Одно множество вершин составляют выводы транзисторов и выводы всей электрической схемы, а другое множество – соединения между выводами (цепи). Цепь является оптимальным способом представления связи между произвольным количеством элементов.

Цепи, которые соединяют большое количество элементов, очень распространены в электронных схемах. Примером являются цепи питания и земли, к ним подключено большинство элементов схемы. Представление схемы гиперграфом в качестве структуры данных потребует значительно большего объема памяти в программе, чем представление в виде двудольного графа. Можно сказать, что по требованию к объему памяти сложность первой структуры оценивается как $O(n^2)$, в то время как сложность второй – как $O(n)$, где n – число элементов схемы. Кроме того, двудольный граф является естественной формальной моделью описания схемы в формате SPICE.

Общая форма описания униполярного транзистора: $M\langle name \rangle \langle d \rangle \langle g \rangle \langle s \rangle \langle b \rangle \langle model-name \rangle [L=value] [W=value]$, где сток, затвор, исток и подложка соединены с цепями nd , ng , ns и nb соответственно, L – длина, W – ширина. Список транзисторов в этом описании интерпретируется как задание бинарного отношения двудольного графа в виде списка пар. Например, описание экземпляра транзистора «mp 2 1 3 3» является сокращенной записью пар (mp.d, 2), (mp.g, 1), (mp.s, 3), (mp.b, 3), в которой имя транзистора вынесено, а имена его выводов опущены и задаются предопределенным порядком следования выводов.

Для редких графов (двудольный граф схемы – редкий) оптимальной структурой данных является список смежности вершин. Список смежности – один из способов представления графа в виде массива списков вершин. Массив проиндексирован вершинами и каждой вершине графа соответствует список, состоящий из «соседей» этой вершины.

В двудольном графе, который является моделью описания схемы в формате SPICE, степени всех вершин в доле выводов равны единице. Для двудольного графа схемы возможно представление в виде массива отдельных элементов, а не списков. В этом случае массив проиндексирован вершинами исключительно доли выводов. Значением элемента массива является цепь, подсоединенная к соответствующему выводу. Этот массив для SPICE-описания одного экземпляра транзистора «mp 2 1 3 3» составляют элементы «2 1 3 3». Для схемы инвертора

```
.subckt inverter 1 2 3
mp 2 1 3 3 mypmos
mn 2 1 0 0 mynmos
.ends
```

структурой данных, представляющих двудольный граф, будет массив «2 1 3 3 2 1 0 0». Порядок цепей в массиве определяется порядком экзем-

плярных транзисторов в SPICE-описании схемы. Требования к объему памяти для этой структуры оцениваются как $O(n)$, где n – число вершин в доле выводов графа схемы.

Поиск группировок транзисторов, связанных через сток и исток. Наиболее распространенным стилем логики КМОП-схем является логическая комплементарная МОП-структура. Комплементарные МОП-структуры относятся к широкому классу логических схем, называемых статическими схемами, в которых в каждый момент времени каждый выход элемента соединяется либо с цепью питания, либо с землей через тракт с малым сопротивлением. Статические логические вентили представляют собой группу транзисторов, соединенных по постоянному току (channel-connected component, CCC) [3], т. е. транзисторов, соединенных через исток и сток с шинами питания и земли.

Группа транзисторов, соединенных по постоянному току, соответствует компоненте связности графа схемы, полученном из двудольного представления удалением выводов затворов (и соответствующих цепей) и цепей питания и земли, добавлением ребра, связывающего сток и исток каждого транзистора. Поиск компонент связности в определенном таким образом графе построен на стратегии «поиска в глубину» (англ. depth-first-search, DFS) [4]. Согласно этой методике можно находить в массиве выводов выходы определенных экземпляров транзисторов. Для упрощения этой операции массив выводов графа снабжается хеш-таблицей, входом в которую является имя экземпляра транзистора, а хранимым значением – индекс первого вывода в массиве выводов. Эта предобработка выполняется во время анализа описания схемы в формате SPICE. При реализации алгоритма DFS нет необходимости модифицировать массив двудольного графа схемы. Вместо этого алгоритм поиска компонент связности настроен на характеристики структуры данных для хранения двудольного графа.

Список литературы

1. Черемисинов, Д. И. Декомпиляция КМОП-схемы из транзисторов в формате SPICE / Д. И. Черемисинов, Л. Д. Черемисинова // Проблемы разработки перспективных микро- и наноэлектронных систем : сб. тр. / под общ. ред. А. Л. Стемпковского. – М. : ИППМ РАН, 2018. – Ч. 1. – С. 2–8.
2. Baker, R. J. CMOS Circuit Design, Layout, and Simulation / R. J. Baker. – Wiley-IEEE Press, 2010. – Third Ed. – 1214 p.
3. Bushnell, M. Essentials of Electronic Testing for Digital, Memory and Mixed-Signal VLSI / M. Bushnell, A. Vishwani. – Springer Science & Business Media, 2006. – 690 p.
4. Левитин, А. В. Алгоритмы. Введение в разработку и анализ / А. В. Левитин. – М. : Изд. дом «Вильямс», 2006. – 576 с.

ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ SAT-РЕШАТЕЛИ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДИСКРЕТНЫХ УСТРОЙСТВ

Д. И. Черемисинов

Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, Минск
e-mail: cher@newman.bas-net.by

Задачи о булевой выполнимости (англ. Satisfiability, SAT) представляют собой задачи поиска наборов, выполняющих булевы формулы. Обычно рассматриваются формулы, приведенные к виду конъюнктивной нормальной формы, КНФ. Поскольку эта задача очень важна для современной прикладной кибернетики, то алгоритмы, показывающие высокую эффективность решения SAT-задач, чрезвычайно востребованы. Одной из областей использования таких алгоритмов является задача верификации дискретных систем. Кроме проблем верификации, к SAT-задачам эффективно сводятся многие комбинаторные задачи на графах, в том числе задачи криптоанализа.

Техника сводимости различных задач к SAT представляет отдельное важное и интересное направление. В области верификации дискретных систем можно каждую конкретную задачу сводить к SAT особым способом, используя либо системы логического проектирования (см., например, [1]), либо специализированные системы трансляции алгоритмических описаний в булевы уравнения. Исходными данными SAT-решателя является булево уравнение вида КНФ = 1, решая которое можно получить ответ на исходную задачу, например: найти секретный ключ анализируемого шифра, доказать эквивалентность микрочипа эталонному образцу и т. п.

Параллельные SAT-решатели стали массово появляться совсем недавно, хотя первые теоретические работы по распараллеливанию соответствующих алгоритмов были опубликованы в 1990-х гг. Конкурсы параллельных SAT-решателей регулярно проводятся с 2008 г.

Решатель PD-SAT является результатом выполнения проекта SAT@home Института системного анализа РАН и Института динамики систем и теории управления (ИДСТУ) СО РАН. PD-SAT [2], запущенный на вычислительном кластере (кластер Blackford ИДСТУ СО РАН), получает исходную SAT-задачу (КНФ в формате DIMACS) и вычисляет параметры декомпозиции задачи. Этим параметром является декомпозиционное множество переменных, по которому осуществляется декомпозиция исходной SAT-задачи на подзадачи, передающиеся в грид-систему добровольных вычислений. Добровольные вычисления – это грид-система из личных вычислительных ресурсов, предоставляемых добровольцами, частными лицами, располагающими собственными ПК.

Схема распараллеливания SAT-задачи решателя PD-SAT заключается в следующем. Среди переменных исходной КНФ C выбирается декомпозиционное подмножество, состоящее из d переменных, после чего варьируются все возможные их значения. Подстановка каждого такого вектора значений истинности в КНФ C дает новую КНФ C' , которая и является заданием для узла грид-системы. Всего имеется 2^d элементарных заданий. В узлах грид-системы добровольных вычислений используется SAT-решатели *minisat* [3]. Данный подход был применен в работе [2] к криптоанализу широко известного генератора ключевого потока A5/1. Декомпозиция SAT-задачи, кодирующей криптоанализ A5/1, на семейство подзадач проводится по 31 переменной. Таким образом, для решения одного примера криптоанализа требуется решить в худшем случае 2^{31} (более 2 млрд) относительно простых подзадач, которые объединяются в пакеты по 32 768 подзадач в каждом. На обработку каждого пакета обычно требуется не более четырех часов работы одного узла грид-системы.

Решатель SAT MapReduce and Hadoop. Кластерный фреймворк MapReduce использует оригинальную модель программирования [4] для обработки и генерации больших массивов данных. Интерфейс фреймворка содержит всего две функции: Map и Reduce, которые должен задать программист. Функция Map по исходной паре ключ-значение генерирует набор промежуточных пар ключ-значение, а функция Reduce объединяет все промежуточные значения, связанные с одним и тем же промежуточным ключом. Многие реальные задачи «больших данных» выражаются этой моделью.

В статье [5] представлены достижения в применении подхода MapReduce для решения задач оптимизации с использованием Hadoop в системах облачных вычислений. Предложены модели MapReduce для решения 3-SAT, хорошо известной версии проблемы выполнимости КНФ. В работе описывается несколько вариантов решателя 3-SAT на платформе MapReduce. Для испытаний использовался кластер из серверов AMD Opteron 6272 2.09 ГГц (24 ядра с 72 ГБ оперативной памяти каждый). Решатель, дающий точное решение проблемы 3-SAT, на этом кластере решал задачу выполнимости КНФ с 100 переменными и 200 дизъюнктами более двух суток.

Программа решения логических уравнений на кластерном компьютере. Грид-сервис для целей удаленного выполнения трудоемких расчетов при проектировании СБИС [6] представляет собой надстройку над обычными веб-сервисами в виде трехслойной системы из MPI-программы для суперкомпьютера «Вычислитель», сервиса связи и агента пользователя. Агент пользователя взаимодействует с «Вычислителем» через сервис связи. Пользователь может управлять грид-сервисом посредством такого агента, как веб-браузер, или прямо из системы логического проектирования [1].

В основе реализованного в SAT-решателе метода лежит идея гибридного распределения нагрузки между подчиненными процессами, когда

сначала вся нагрузка делится, а затем освободившиеся процессоры подключаются для решения подзадач, решаемых загруженными процессорами. В матричной интерпретации задача сводится к задаче анализа на выполнимость троичной матрицы T , строки которой задают дизъюнкты исходной КНФ. Проверить троичную матрицу T на выполнимость означает: найти троичный вектор t , который обращает в единицу каждый дизъюнкт, или убедиться в том, что такого вектора не существует.

Анализ матрицы T производится методом обхода дерева поиска выполняющего вектора t . Текущая ситуация, представляемая в узле дерева, характеризуется значением вектора t , отдельные компоненты которого определены (имеют значение 0 или 1), а другие (отмеченные «—») подлежат доопределению в процессе движения по дереву. Троичный вектор t однозначно определяет минор $T(t)$ матрицы T , расположенный на пересечении ее строк, соответствующих невыполнимым относительно вектора t дизъюнктам, и столбцов, отмеченных его неопределенными компонентами.

О размерности решаемых задач можно судить по следующему примеру: верифицируемые схемы состояли из 1923 элементов КМОП-библиотеки, КНФ разрешения в этом случае зависела от 13 103 переменных и содержала 38 635 дизъюнктов. Общее ограничение программы «Вычислитель» на предельный размер КНФ составляет примерно 10^9 дизъюнктов.

Список литературы

1. Автоматизация логического синтеза КМОП-схем с пониженным энергопотреблением / П. Н. Бибило [и др.] // Программная инженерия. – 2013. – № 8. – С. 35–41.

2. Организация добровольных вычислений на платформе BOINC на примере проектов OPTIMA@home и SAT@home / О. С. Заикин [и др.] // CAD/CAM/CAE Observer. – 2012. – № 3(71). – С. 87–92.

3. Sorensson, N. Minimizing Learned Clauses / N. Sorensson, A. Biere // SAT. – 2009. – P. 237–243.

4. Dean, J. MapReduce: Simplified Data Processing on Large Clusters / J. Dean, S. Ghemawat // Commun. ACM. – 2008. – Vol. 51, no. 1. – P. 107–113.

5. Barreto, M. Hybrid Algorithms for 3-SAT Optimisation Using MapReduce on Clouds / M. Barreto, S. Nasmachnow, A. Tchernykh // Intern. J. Innov. Comput. Appl. – 2018. – Vol. 9, no. 1. – P. 44–64.

6. Черемисинов, Д. И. Использование параллельных вычислений при автоматизированном проектировании СБИС / Д. И. Черемисинов, Л. Д. Черемисинова // Проблемы разработки перспективных микро- и наноэлектронных систем : сб. тр. / под общ. ред. А. Л. Стемпковского. – М. : ИППМ РАН, 2016. – Ч. I. – С. 32–39.

БЕЛОРУССКОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ КОРРЕКТНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОДЕРЖАНИЯ ЛЕТУЧИХ КОМПОНЕНТОВ В АЛКОГОЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

С. В. Черепица, С. Н. Сытова, А. Л. Корбан, Л. Н. Соболенко
Институт ядерных проблем Белгосуниверситета, Минск
e-mail: chere@inp.bsu.by

Определение количественного содержания летучих компонентов в алкогольной продукции является одним из наиболее востребованных анализов в пищевой промышленности. Процедура контроля безопасности и качества алкогольной продукции включает в себя несколько этапов: установление объемного содержания этилового спирта в образце, подготовка измерительного оборудования, непосредственно анализ образцов продукции и обработка полученных результатов. Для упрощения и автоматизации этих этапов разработаны программы: «Онлайн-калькулятор корректного определения количественного содержания летучих компонентов в алкогольной продукции», «Калькулятор характеристик стандартных образцов летучих компонентов в этанолсодержащей матрице» и «Онлайн-калькулятор расчета массовых концентраций летучих компонентов в спиртосодержащей продукции». Программы разработаны для применения в испытательных лабораториях по контролю качества и безопасности алкогольной и спиртосодержащей продукции и расчета значений массовых концентраций летучих компонентов в спиртосодержащей продукции.

В соответствии с рекомендациями, устанавливающими порядок проведения количественного определения летучих компонентов в алкогольной продукции [1–4], существует необходимость проведения обязательной процедуры измерения объемного содержания этанола в образце для представления результатов анализа в единицах измерения мг/л АА (Absolute Alcohol), требуемых в нормативных документах. Классические методы такого определения с использованием спиртометра или пикнометра могут применяться только в случае бинарных водно-этанольных растворов. Это обусловлено тем, что вышеуказанные методы и приборы предназначены для определения непосредственно величины плотности исследуемой бинарной смеси с проведением дальнейших расчетов крепости с помощью водно-этанольных таблиц.

В случае алкогольных продуктов исследуемые матрицы никогда не являются бинарными растворами и, следовательно, классические способы в данном случае неприменимы. Для решения вышеописанной проблемы

была разработана программа «Онлайн-калькулятор корректного определения количественного содержания летучих компонентов в алкогольной продукции» [5], которая предназначена для определения объемной концентрации этанола в образцах алкогольной продукции в соответствии с теоретической моделью, представленной в работе [6].

Для автоматизации расчетов характеристик приготавливаемых стандартных образцов, используемых для калибровки измерительных приборов, разработана программа «Калькулятор характеристик стандартных образцов летучих компонентов в этанолсодержащей матрице».

Заключительным этапом проведения анализа алкогольной продукции является обработка результатов, полученных в результате инструментального анализа пробы. Для упрощения и автоматизации обработки результатов аналитического определения летучих компонентов в этанолсодержащей продукции была разработана программа «Онлайн-калькулятор расчета массовых концентраций летучих компонентов в спиртосодержащей продукции».

Работа выполняется в рамках ГПНИ «Конвергенция-2020».

Список литературы

1. Commission Regulation (EC) No 2870 / 2000 of 19 December 2000 laying down Community reference methods for the analysis of spirits drinks. – 2000.
2. AOAC (Association of Official Analytical Chemists) Official Methods 972.10. Alcohol (higher) and ethyl acetate in distilled liquors. Alternative gas chromatographic method. – 1975.
3. International Organization of Vine and Wine (OIV). Compendium of international methods of wine and must analysis. – 2009. – Vol. 1, 2.
4. Растворы водно-спиртовые. Методы определения концентрации этилового спирта : ГОСТ 3639–79. – Введ. РБ 01.01.1982. – М., 1981. – 12 с.
5. On-line калькулятор корректного определения количественного содержания летучих компонентов, включая этанол, в спиртосодержащей продукции / С. В. Черепица [и др.] // Производство спирта и ликероводочных изделий. – 2015. – № 2. – С. 39–42.
6. Разработка метода корректного определения компонентного состава спиртосодержащей продукции / С. В. Черепица [и др.] // Известия вузов. Пищевая технология. – 2012. – № 4. – С. 104–107.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НЕЙРОСЕТЕВОЙ И РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

С. В. Шолтанюк

Белорусский государственный университет, Минск

e-mail: ctac1llojitahl0k@gmail.com

В настоящее время разработаны и исследованы различные классы моделей и методов прогнозирования временных рядов. Они различаются по своей структуре, точности и устойчивости прогнозирования, количеству параметров, времени работы и прочим характеристикам. Поэтому важной задачей является сравнение различных прогностических моделей с целью выбора одной из них для прогнозирования того или иного временного ряда. В данном исследовании было осуществлено построение нейросетевой прогностической модели и последующее ее сравнение с регрессионными моделями прогнозирования временных рядов.

Алгоритм работы нейронной сети, прогнозирующей временные ряды, реализован на языке R с использованием библиотеки Keras [1]. Была выбрана трехслойная последовательная архитектура с одним нейроном на выходном слое. При этом каждый нейрон входного слоя соединен синапсами с каждым нейроном скрытого слоя, а каждый нейрон скрытого слоя – с нейроном выходного слоя. На входной слой подается определенное количество последовательно идущих элементов временного ряда, по которым осуществляется прогнозирование следующего значения этого же временного ряда. Результат предсказания вычисляется на нейроне выходного слоя. Такая архитектура является достаточной для аппроксимирования любой измеримой функции, действующей из одного конечномерного пространства в другое [2].

Построение нейросетевой модели проводилось путем ее обучения на различных временных рядах длиной от 1000 до 10 000 элементов. Был осуществлен сравнительный анализ работы нейронной сети при различных значениях параметров, таких как количество нейронов на входном и скрытом слоях, количество эпох. Был также произведен подбор алгоритма оптимизации нейронной сети в ходе обучения. В рамках вычислительного эксперимента обучение нейронной сети на одном и том же временном ряде проводилось несколько раз, после каждого из них вычислялось среднее абсолютное отклонение ошибок прогноза от истинных значений этого временного ряда. Для полученной выборки вычислялось ее среднее значение и среднеквадратическое отклонение. Эти две характеристики рассматрива-

лись соответственно как мера точности и устойчивости результатов нейронной сети.

Алгоритм оптимизации AdaGrad (adaptive gradient) [3] показал лучшую устойчивость результатов нейронной сети. Также было выяснено, что лучшая точность и устойчивость нейронной сети достигаются при небольшом количестве нейронов на входном слое, а оптимальное количество нейронов на скрытом слое зависит от длины прогнозируемого временного ряда. Обучение рассмотренной нейронной сети на произвольном временном ряде достаточно проводить в течение 5–10 эпох, причем длительность обучения увеличивается для временных рядов с большим количеством элементов.

Затем было проведено сравнение результатов работы нейронной сети с линейной регрессией и авторегрессией на рядах с детерминированными трендами вида $a + bt$, $1 + t + c \sin t$, $1 + t + ct^2$, $a \sin t + bt^2$, $a + b \sin t$, зависящими от момента времени t . Параметры линейной регрессии и авторегрессии оценивались по методу наименьших квадратов. После этого для обеих моделей вычислялось среднее абсолютное отклонение прогнозных значений от заданных. При прогнозировании временных рядов с линейным трендом $a + bt$ лучшие результаты показала линейная регрессия, а для прогнозирования временных рядов с нелинейным трендом лучше подошла нейронная сеть. При этом влияние на точность и устойчивость нейронной сети имеют такие факторы, как значения параметров тренда, дисперсия отклонений значений временных рядов от своих трендов, а также длина прогнозируемого временного ряда.

Проведенные исследования позволили сделать вывод о том, что последовательные трехслойные полносвязные нейронные сети можно использовать в задачах прогнозирования временных рядов. При этом линейная регрессия лучше аппроксимирует ряды с линейным трендом, авторегрессия – ряды с выраженной периодичностью, а нейронная сеть – непериодические ряды с нелинейным трендом.

Список литературы

1. Keras: R Interface to 'Keras'. R package version 2.2.0. [Electronic resource] / J. Allaire [et al.]. – 2018. – Mode of access: <https://CRAN.R-project.org/package=keras>. – Date of access: 16.02.2019.
2. Hornik, K. Multilayer feedforward networks are universal approximators / K. Hornik, M. Stinchcombe, H. White // Neural Networks. – 1989. – Vol. 2, iss. 5. – P. 359–366.
3. Duchi, J. Adaptive subgradient methods for online learning and stochastic optimization / J. Duchi, E. Hazan, Y. Singer // Journal of Machine Learning Research. – 2011. – Vol. 12. – P. 2121–2159.

ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН В ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ: ФАНТАСТИКА ИЛИ РЕАЛЬНОСТЬ

Н. Ю. Шраменко, Д. А. Музылёв

Харьковский национальный технический университет
сельского хозяйства имени Петра Василенко, Украина

e-mail: nshramenko@gmail.com, murza_1@ukr.net

Современный уровень виртуализации логистических процессов и связанная с этим необходимость быстрого обмена информацией между участниками цепей поставок определяют применение различных смарт-технологий. Если на текущий момент использованием таких подходов, как моделирование на базе нейронных сетей и нечеткой логики [1, 2] для обучения роботизированных элементов транспортной системы, никого уже не удивишь, то применение технологий блокчейн является инновационным для транспортной отрасли [3].

Публикации о перспективах создания подобных проектов в транспортной отрасли стали впервые появляться в интернет-сообществах, посвященных обзорам криптовалютного рынка [4]. Это не удивительно, ведь непосредственно технология блокчейн была создана для проведения децентрализованных транзакций различных электронных единиц, которые в последующем приобрели реальное выражение в денежном эквиваленте. Пик интереса к блокчейну пришелся на середину 2017 и начало 2018 гг. Вызвано это было значительным повышением стоимости криптовалюты по отношению к фиатным денежным единицам. Подобная популярность привела к различным стартапам, в частности появлению проектов на базе блокчейн-платформ в транспортных системах, хотя на первом этапе было больше проблем, чем возможностей их реализации.

Несмотря на всю фантастичность и определенные сложности внедрения блокчейна в сферу логистики [5], его полноценная реализация и запуск уже не столь далеки, как ранее. Примером может служить то, что на текущий момент уже действует ряд проектов, которые перешли от тестирования блокчейна до его практического применения в перевозочном процессе [6]. При этом участники логистического взаимодействия используют в основном подобную технологию для документального и информационного обеспечения.

По первым отзывам как пользователей транспортной услуги, так и непосредственно представителей перевозчика, после внедрения блокчейна заметно ускорились процессы передачи данных. В частности, при организации морских перевозок для контейнерных грузов в период тестирова-

ния блокчейн-платформы на 40 % было уменьшено время прохождения транзитных грузопотоков [7]. Подобное сокращение временных показателей на обработку транзитных грузов через морской порт позволило достичь небывалой экономии и в денежном эквиваленте.

Также специалистами проанализировано использование тестовой модели блокчейна в логистике не только для передачи информационных ресурсов, но и для их хранения и обработки. В результате было отмечено полное удовлетворение потребности любого из участников в круглосуточном доступе к значительному объему данных. При этом в основу реализации была заложена уже довольно известная методика по созданию облачных хранилищ с одновременным использованием технологий облачного майнинга [8]. Это также стало одним из основных аргументов, свидетельствующих о скором начале эры применения технологий блокчейн в решении логистических задач.

Полноценное внедрение блокчейна в процесс доставки на различных видах транспорта и объединения всех транспортных компаний и потребителей услуги в единую систему уже является скорее реальностью, чем фантастикой, а использование подобных методов в решении логистических проблем не только позволит ускорить в разы передачу информационной составляющей, но также гарантирует безопасность и своевременность взаиморасчетов между участниками.

Список литературы

1. Shramenko, N. The principles of the choice of management decisions based on fuzzy logic for cargo delivery of grain to the seaport / N. Shramenko, D. Muzylyov, M. Karnaukh // International Journal of Engineering & Technology (UAE). – 2018. – Vol. 7, iss. 4.3. – P. 211–216.

2. Нагорный, Е. В. Методика проектирования виртуальных маршрутов при перевозке товаров народного потребления в городах / Е. В. Нагорный, Д. А. Музылёв, А. С. Черепиха // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. – 2012. – Вып. 56. – С. 151–156.

3. How blockchain is revolutionizing the world of transportation and logistics [Infographic] / Winnesota Regional Transportation [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <https://www.winnesota.com/blockchain>. – Дата доступа: 07.01.2019.

4. Holder, S. How Blockchain Technology Could Transform Trucking / S. Holder // Trucks [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <https://www.trucks.com/2017/09/21/blockchain-technology-transform-trucking>. – Дата доступа: 21.09.2017.

5. Blockchain в грузоперевозках: три необходимых условия внедрения / SharesPro [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://sharespro.ru/news/982-blockchain-gruzoperevozkah>. – Дата доступа: 07.03.2018.

6. Новикова, К. Топ-5 блокчейн-проектов в сфере логистики / К. Новикова // DigitalForest Ltd [Электронный ресурс]. – 2017–2019. – Режим доступа: <https://digiforest.io/blog/blockchain-in-logistics>. – Дата доступа: 20.01.2019.

7. Клейн, Д. Технология блокчейн в транспортной логистике / Д. Клейн // CryptoFox [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://crypto-fox.ru/article/p2p-kreditovanie>. – Дата доступа: 27.04.2018.

8. Heutger, M. Blockchain in Logistics: Perspectives on the Upcoming Impact of Blockchain Technology and use Cases for the Logistics Industry / M. Heutger, M. Kückelhaus, G. Chung. – Germany : DHL Customer Solutions & Innovation, 2018. – 28 p.

МУЛЬТИАГЕНТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ НА ПЕРЕКРЕСТКЕ

В. С. Шукало

Брестский государственный технический университет, Беларусь

e-mail: shukalo96@mail.ru

С каждым днем возрастает не только качество автомобилей, но и их количество. Поэтому современные быстроразвивающиеся крупные города ежедневно сталкиваются с проблемами заторов на дорогах [1, 2].

Развитие автономного движения, т. е. движения без участия человека-водителя, поможет добавить к существующим видам перекрестков (регулируемых и нерегулируемых) абсолютно новый вид перекрестка – регулируемый интеллектуальный. Интеллектуальный перекресток обладает более широкими возможностями чем просто регулирование движения в сегодняшнем его виде [3–5].

Рассмотрим факторы, отвечающие за контроль и управление транспортом. Разработки в данной области начались сравнительно недавно, но, несмотря на это, такие страны-гиганты, как США, активно решают транспортные задачи. Для наглядности представим перечень достижений национального плана США по внедрению интеллектуальной транспортной системы:

- снижение на 15 % количества смертей, связанных с наземным транспортом, что сэкономит 5–7 тыс. жизней ежегодно;

- уменьшение на 20–40 % времени реакции на дорожные происшествия;

- экономия 13 % топлива (это около 200 млн т бензина в год) с сокращением выхлопов в атмосферу как минимум на пропорциональную этой экономии топлива цифру.

Таким образом, задача сводится к разработке алгоритма:

- формирования координированных пачек (колонн);

- разъезда автомобильной пачки на перекрестке.

На рис. 1 показана симуляция перекрестка со светофорным управлением движения на перекрестке.

Перечислим очевидные плюсы данной системы, которые отталкиваются от минусов прошлой:

- на данном перекрестке редко образуются заторы, конфликтные ситуации и задержки автомобилей;

- риск ДТП сведен к минимуму;

– автомобили не выделяют много вредных газов в атмосферу, а если учесть, что в будущем получат распространение электромобили, можно с уверенностью утверждать, что влияние вредных газов будет сведено к нулю;

– не ускоряется износ деталей автомобиля (тормозов, коробок передач);

– пассажиры получают много свободного времени, так как в движении участвуют беспилотные автомобили;

– движение автомобилей похоже на упорядоченное пересечение перекрестка.



Рис. 1. Симуляция перекрестка со светофорным регулированием

На рис. 2 можно видеть симуляцию перекрестка с перспективным мультиагентным управлением движения на перекрестке.



Рис. 2. Симуляция перекрестка с мультиагентным регулированием

Было проведено сравнение пропускной способности старой системы управления движением на перекрестке и новой. Испытания проводились за определенное модельное время при использовании одинаковых потоков автомобилей.

По результатам испытаний видно, что при использовании мультиагентной системы пропускная способность перекрестка за 40 единиц модельного времени составила 55 автомобилей. За то же модельное время при использовании светофорного регулирования с фазой зеленого сигнала в 20 с перекресток проехало только 20 автомобилей, что составляет 36 % пропускной способности мультиагентной системы управления.

Список литературы

1. Шуть, В. Н. Исследование механизма возникновения затора на регулируемом перекрестке посредством регулярных графов / В. Н. Шуть // Вестник БрГТУ. Физика, математика, информатика. – 2012. – № 5. – С. 44–48.

2. Шуть, В. Н. Графовая модель регулируемого перекрестка при заторе / В. Н. Шуть // Проблемы и перспективы развития евроазиатских транспортных систем : материалы Четвертой Междунар. науч.-практ. конф. – Челябинск, 2012. – С. 327–334.

3. Климович, А. Н. Решение задачи оптимального управления транспортными потоками в дорожной сети города / А. Н. Климович, А. С. Рыщук, В. Н. Шуть // Материалы Междунар. науч. конф. «Актуальные проблемы фундаментальных наук». – Луцк, 2015. – С. 305–311.

4. Михневич, В. А. Регулирование городского перекрестка на основе многоагентного подхода / В. А. Михневич, В. Н. Шуть // Вестник БрГТУ. Физика, математика, информатика. – 2012. – № 5. – С. 28–31.

5. Шуть, В. Н. Мультиагентное управление перекрестком / В. Н. Шуть // Вестник Херсонского национального технического университета. – 2014. – № 3. – С. 179–184.

АДАПТИВНАЯ ДОРОЖНАЯ РАЗМЕТКА ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ НА ПЕРЕКРЕСТКЕ

В. Н. Шуть

Брестский государственный технический университет, Беларусь

e-mail: lucking@mail.ru

Улично-дорожное движение является сложной системой взаимного влияния людей, транспортных средств и элементов дорожной инфраструктуры [1]. Обеспечение быстрого и безопасного движения в таких условиях требует применения комплекса организационных и архитектурно-планировочных мероприятий по обустройству автомобильных дорог, а также современных технических средств организации дорожного движения на базе информационных технологий. При этом имеющийся в настоящее время опыт применения технических средств рассматривает отдельные транспортные средства и не учитывает взаимосвязи между разнородными компонентами дорожного движения. Это делает актуальным разработку новых средств автоматизации дорожного движения (особенно в рамках перекрестков), позволяющих осуществлять комплексное регулирование, исходя из постоянно меняющихся дорожных условий [2, 3].

Несоответствие сложившейся улично-дорожной сети (УДС) крупных городов условиям насыщенных и перенасыщенных транспортных потоков усложняет движение на регулируемых узлах. Такая ситуация требует переосмысления теории и практики управления уличным движением и применения современных средств и методов управления [4].

При исследовании заторов, а также при проектировании новых систем управления транспортом особое внимание следует уделять такому элементу дорожного регулирования, как перекресток. Перекресток – это место пересечения нескольких путей. Наиболее распространенный Х-образный перекресток является местом пересечения двух путей. Здесь наблюдается снижение пропускной способности пути, так как часть времени на движение должна быть передана пересекающему (конкурирующему) потоку. Светофорный объект на перекрестке выполняет функцию коммутирующего устройства, предоставляющего поочередное право на движение через перекресток автотранспортным средствам (АТС) с конкурирующих направлений.

Стохастический характер изменения интенсивностей АТС, подъезжающих к перекрестку с различных направлений, делает задачу удовлетворительного, адекватного управления перекрестком трудновы-

полнимой. Все исследования в области управления транспортными потоками в УДС сосредоточены на улучшение управления в узловых точках УДС посредством светофорного регулирования, т. е. идет разрешение ситуации, уже сложившейся на перекрестке и зачастую весьма неблагоприятной, с большим числом АТС, остановившихся перед светофором. Управляющими воздействиями в таком случае являются изменения длительности светофорного цикла, такта, числа светофорных фаз и их порядка следования. Часто этого набора изменений параметров светофорного объекта недостаточно и «пробка» на перекрестке разрастается.

Отказ функционирования транспортной системы наступает в результате заторов на транспортной сети. Появление заторов, когда имеется запас пропускной способности сети, объясняется неоптимальностью работы светофорной сигнализации и ее недостаточностью. Дополнением к регулированию дорожного движения на перекрестке посредством светофорного объекта должно стать адаптивное изменение дорожной разметки.

Таким образом, наличие ряда недостатков, сдерживающих эффективное осуществление движения транспортных средств по дорогам городов, обуславливает необходимость внедрения новых средств регулирования и контроля. Предлагается на перегонах между перекрестками устанавливать электронные табло, которые будут подбирать разметку под движущиеся в потоке транспортные средства и при необходимости с минимальными перестроениями корректировать движение автомобилей в рамках требуемых полос. При этом водители заранее оповещены о форме разметки на предстоящем по ходу движения перекрестке, так как электронное табло устанавливается на расстоянии $\frac{3}{4}$ от предстоящего по ходу движения перекрестка и у водителей достаточно времени для нужного им перестроения.

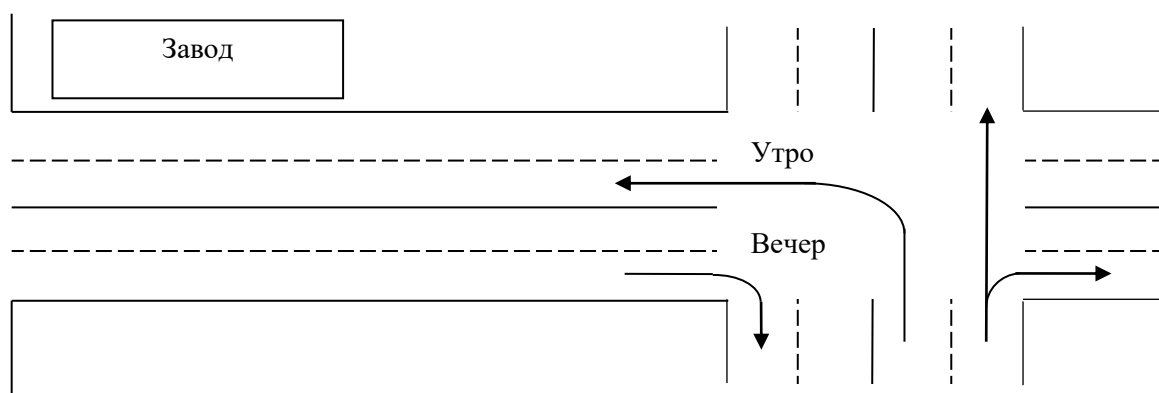


Рис.1. Фрагмент УДС

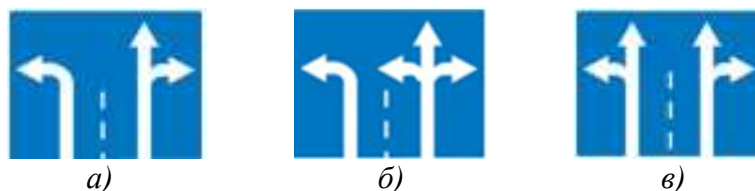


Рис. 2. Варианты разметки для представленного фрагмента УДС

На рис. 1 и 2 приведены примеры, демонстрирующие изменяющуюся разметку в течении дня в зависимости от структуры транспортных потоков в утренние и вечерние часы. На рис. 1 изображен фрагмент УДС с явным центром тяготения (завод). В утренние часы АТС с магистрали съезжают на перекрестке налево, чтобы двигаться к заводу. Для утра необходима разметка, изображенная на рис 2, *а* или *б*. Причем разметка 2, *б* может пропустить больше левоповоротных автомобилей, в то время как разметка 2, *в* характерна для вечера. Индикатором смены разметки является информация с детекторов транспорта, расположенных по каждой полосе движения. Например, появление очереди на левоповоротной полосе движения перед перекрестком, зафиксированное детекторами транспорта, будет сигналом для системы управления о смене разметки и увеличения числа полос для этой категории транспорта.

Список литературы

1. Врубель, Ю. А. Характеристики дорожного движения: учеб.-метод. пособие / Ю. А. Врубель. – Минск : БНТУ, 2007. – 268 с.
2. Анфилец, С. В. Адаптивный алгоритм управления на основе поэтапной настройки светофорных объектов по магистрали / С. В. Анфилец, В. Н. Шуть // Доклады БГУИР. – Минск, 2010. – С. 79–86.
3. Shuts, V. Determined Model and Scale Diagrams to Investigate Problem of Transport Delays / V. Shuts, A. Vaitsekhovich // Transport and Telecommunication. – 2011. – Vol. 12, no. 4 – P. 52–60.
4. Шуть, В. Н. Адаптивное управление транспортными потоками в улично-дорожной сети города / В. Н. Шуть. – Брест : Изд-во БрГТУ, 2015. – 188 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОДНОРОДНОСТИ ТЕСТА

В. П. Янаков

Таврический государственный агротехнологический
университет, Мелитополь, Украина

e-mail: yanakov@i.ua, yanakov.phd@gmail.com

Управление технологическими процессами основывается на системе подходов в пищевых и перерабатывающих производствах [1–3]. При достаточном технически обоснованном энергетическом воздействии тестомесильных машин и агрегатов на процессы структурообразования перемешиваемого рецептурного сырья достигается технологически обоснованная однородность теста. Опыт их реализации в хлебопекарных, кондитерских и макаронных технологиях направлен на решение научно-практической задачи достижения заданного, технологически обоснованного уровня однородности теста с минимальными энергозатратами при замесе.

Приоритетом в создании и развитии инновационных пищевых и перерабатывающих технологий тестоприготовления является расширение ассортимента выпускаемых изделий. Для принятия рационального решения о достаточности энергозатрат тестомесильных машин и агрегатов необходимо определить показатели, по которым можно судить о достижении цели технологической операции замеса и обминки теста. К таким показателям можно отнести:

- энергозатраты тестомесильной машины N , кВт;
- время замеса теста τ , с;
- однородность теста ρ , ед.

Анализ показателей энергозатрат тестомесильных машин и агрегатов и качествообразующих процессов перемешиваемого рецептурного сырья и теста позволяет выявить диспропорции развития отдельных их составляющих. Уровень качества перемешивания описывается комплексом показателей. Их достаточность в достижении поставленных целей в рабочей емкости тестомесильных машин и агрегатов характеризуется однородностью теста. При этом алгоритм достижения, моделирования и определения заданного уровня однородности можно представить следующим образом:

однородность теста \leftrightarrow достаточная однородность теста \leftrightarrow
технологически обоснованная однородность теста.

В целом данный подход дает возможность обеспечить достаточные параметры реализации технологической операции замеса. Определение инноваций в работе тестомесильных машин и агрегатов опирается на следу-

ющие подходы: тип реализации энергозатрат, характер, режим и метод воздействия на перемешиваемое рецептурное сырье и тесто. Исследования пищевых и перерабатывающих производств устанавливают направление развития хлебопекарных, кондитерских и макаронных технологий. Технологически обоснованная однородность теста в рабочем объеме данного типа пищевых машин можно охарактеризовать следующим комплексом показателей:

V_c – коэффициент вариации компонентов теста (уравнение А. Т. Лисовенко), ед.;

β – равномерность распределения твердых частиц теста при перемешивании в рабочей емкости (уравнение П. П. Стабникова), %;

K – коэффициент изменчивости равномерности теста или вибрационный коэффициент равномерности компонентов теста (уравнение М. Л. Моргулиса и К. Г. Петрова), ед.

Уравнения приведенных выше показателей имеют вид

$$V_c = \frac{100}{C} \left(\frac{1}{n-1} \sum_i^n (C_i - \bar{C})^2 \right)^{0,5}; \quad (1)$$

$$\beta = \frac{\Delta C}{C_0} 100; \quad (2)$$

$$K = \pm \frac{100\delta}{x} = \frac{n \cdot 100 \cdot \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}{\sum_{i=1}^n x_i}, \quad (3)$$

где ΔC – концентрация теста по всему объему рабочей емкости, кг/м³;

C_0 – средняя концентрация теста по всему объему рабочей емкости, кг/м³;

C – концентрация всех компонентов теста в объеме рабочей емкости, %;

\bar{C} – среднее арифметическое значение концентрации малочисленного компонента в тесте, %;

C_i – концентрация малочисленного компонента в пробе теста, %;

n – количество замеров, ед.;

δ – среднее квадратическое отклонение замеров, ед.;

x – точность измерений, ед.;

\bar{x} – среднее арифметическое отклонение замеров, ед.;

x_i – частное изменение замеров, ед.

При $\beta = 0$ получим идеальное перемешивание теста. Несогласованность параметров взаимодействия энергозатрат при реализации технологической операции замеса на этапе аналитического представления процесса и при проведении эксперимента приводит к увеличению производственных потерь. Дальнейшая оценка достигаемых результатов связана с существенными изменениями в управлении технологиями замеса.

Исследование, анализ и моделирование теории тестоприготовления приводят к созданию новых подходов в управлении процессами структурообразования перемешиваемого рецептурного сырья и теста, спецификой которых является внедрение инноваций в виде алгоритма и методов их реализации. Они базируются на методике определения достижения технологически обоснованного уровня однородности теста при минимальных энергозатратах тестомесильных машин и агрегатов.

Перспективой уровня реализации энергетического воздействия тестомесильных машин и агрегатов при замесе является развитие по направлениям: количество процессов, уровень их технической и технологической эффективности и экономическая (товароведческая) целесообразность. Дальнейшие экспериментальные исследования дадут возможность обеспечить достаточные параметры энергозатрат при управлении технологией замеса.

В работе дано обоснование выбора показателей однородности теста, установлены показатели эффективности теории тестоприготовления. Этот результат исследований возможен при контроле качествообразующих процессов теста и энергозатрат тестомесильных машин и агрегатов.

Список литературы

1. Янаков, В. П. Выбор технологий замеса / В. П. Янаков // Техника и технологии пищевых производств : тез. докл. Междунар. науч.-метод. конф., Могилев, 15–16 ноября 2018 г. / Мин-во образования Республики Беларусь, Могилевский гос. ун-т продовольствия. – Могилев : Могилевский гос. ун-т продовольствия, 2018. – Т. 2. – С. 80–82.

2. Янаков, В. П. Направления совершенствования тестоприготовления / В. П. Янаков // Импортозаменимые технологии выращивания, хранения и переработки продукции садоводства и растениеводства : тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф., Умань, 17–18 мая 2018 г. – Умань, 2018. – С. 99–101.

3. Янаков, В. П. Выбор инновационных технологий замеса теста / В. П. Янаков // Развитие пищевых производств, ресторанного и отельного хозяйств и торговли: проблемы, перспективы, эффективность : тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф., Харьков, 19 нояб. 2018 г. / Мин-во образования и науки Украины, Харьковский гос. ун-т питания и торговли. – Харьков : Харьковский гос. ун-т питания и торговли, 2018. – С. 380–382.

АНАЛИЗ ИСХОДНОГО КОДА НА ПРЕДМЕТ ЗАИМСТВОВАНИЙ В РАМКАХ ПРОЦЕССА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Я. О. Ярошевич

Белорусский государственный университет, Минск

e-mail: yaroshevich.yana@gmail.com

В настоящее время актуальность автоматизированных тестирующих систем (АТС) возрастает в связи с развитием информационных технологий и дистанционного обучения. Проблема плагиата в образовании состоит не только в незаконном присвоении авторских трудов, но и в подрыве самой сути учебного процесса. Поэтому при создании АТС для проверки решений задач по программированию важным пунктом является выявление заимствований исходного кода.

В рамках АТС был разработан и реализован комбинированный алгоритм идентификации заимствований, а также рассмотрены подходы для реализации автоматизированной проверки кода на «чистоту».

Алгоритм идентификации заимствований

Шаг 1. Предварительная обработка текста программы. В качестве языка программирования будем рассматривать C++. Для выполнения первого шага алгоритма производим удаление подключений библиотек, комментариев, лишних пробельных символов, неиспользуемых переменных, функций, классов, пустых и выводящих конструкций.

Шаг 2. Представление в виде элемента 25-мерного пространства. Представим программу как точку в 25-мерном пространстве, где i -я координата является количественной характеристикой некоторого свойства программы. Если точки двух программ находятся на небольшом расстоянии друг от друга, то одна из них считается плагиатом другой.

Рассмотрим следующие характеристики (метрики):

- количество логических строк кода (LLOC) [1];
- элементарные количественные метрики (число функций, классов);
- метрики Холстеда (число уникальных операторов, уникальных операндов, общее число операндов, общее число операторов, размер словаря программы, размер программы, объем программы, уровень качества программирования, усилия для разработки/понимания программы, время на разработку/понимание программы, трудоемкость кодирования, уровень языка выражения, теоретическая длина программы, интеллектуальные усилия при разработке) [2];
- метрики Джилба (число операторов цикла, условных операторов);

- метрики графа управления (количество вершин, дуг);
- цикломатическое число Мак-Кейба;
- метрики Мейджела, Харрисона (SCOPE, SCORT);
- метрика Чепина [3].

Токенизация

Основной идеей токенизированного представления является сохранение только существенных деталей исходного кода. Каждому оператору языка ставится в соответствие токен, описанный ранее для каждого класса операторов. Далее идет работа с набором токенов как со строкой.

Используются следующие способы токенизации:

КЮV-токенизация: ключевые слова языка (К), идентификаторы (I), операторы языка (O), значения (литералы) (V).

Модификация 1: ключевые слова языка, циклы, встроенные типы переменных, одиночные операторы, двойные операторы, тройные операторы, значения (литералы), имена идентификаторов.

Модификация 2: круглые, квадратные, фигурные скобки, ключевые слова, строковые литералы, символьные литералы, числовые литералы, логические литералы, имена идентификаторов, операторы.

Шаги 3–5. Алгоритмы на токенизированном представлении кода. Для каждого типа токенизации применяем три алгоритма для рассматриваемой программы и каждой программы, сохраненной в базе данных:

- 1) метод отпечатков [4] на основе метода просеивания [3] с минимальной длиной подстроки, равной 8, и длиной k-граммы, равной 6;
- 2) вычисление коэффициентов Жаккара [5] с длинами k-грамм 3 и 4;
- 3) метод нахождения наибольшей общей подстроки [3] с минимальной длиной значащей подстроки, равной 5.

Шаг 6. Принятие решения. Анализируем полученные 13 коэффициентов. Визуализируем участки, подозрительные на плагиат.

Проверка комбинированного алгоритма

Для тестирования комбинированного алгоритма одиннадцати студентам ФПМИ БГУ было предложено решить несколько задач. При этом ставилось условие, что каждую задачу некоторые из них выполняют самостоятельно, а остальные списывают. В ходе тестирования все решения были загружены в АТС.

Полученные программным путем результаты подтверждают правильность разработки комбинированного алгоритма, который корректно работает на простых программах. Это позволяет с уверенностью утверждать, что алгоритм может быть использован для определения заимствований в исходном коде любых программ.

Отметим, что принятие решения, является ли работа плагиатом, остается за преподавателем, а система находит и визуализирует результаты поиска заимствований. Это облегчает процесс принятия решения.

Проверка исходного кода на «чистоту»

Сколько существует программистов, столько найдется и определений понятия «чистоты» кода. Известным фактом является то, что соотношение времени чтения и написания кода на достаточно масштабных проектах превышает 10:1. Поэтому важно, чтобы студенты, которые в будущем станут программистами, сразу учились писать «чистый» код.

Будем называть код «чистым», если он удовлетворяет некоторому стандарту оформления кода – набору правил и соглашений, используемых при написании исходного кода на языке программирования.

Стандарт оформления кода обычно строится так, чтобы за счет определенного визуального оформления элементов программы повысить его информативность. Обычно стиль программирования описывает: способ расстановки фигурных скобок, ограничивающих логические блоки; стиль отступов при оформлении логических блоков; способы выбора названий и используемый регистр символов для имен переменных и других идентификаторов; использование пробелов при оформлении логических и арифметических выражений; стиль комментариев и использование документирующих комментариев; ограничения размеров кода по вертикали и горизонтали; отсутствие магических чисел и др.

Для реализации алгоритма форматирования кода исходный код представляется как синтаксическое дерево, затем узлы дерева последовательно выводятся с нужным количеством пробельных символов. Можно сравнивать полученный таким образом «чистый» код с исходной версией.

Для проверки кода на «чистоту» используют рассмотренные метрики Холстеда, которые служат для оценки качества кода, и метрики стилистики и понятности программ (насыщенность программ комментариями). Также можно переиспользовать подготовительный этап – удаление неиспользуемых переменных и функций.

В рамках данной работы был выполнен анализ различных алгоритмов представления исходных кодов программ и алгоритмов идентификации заимствований, а также спроектирован и разработан собственный комбинированный алгоритм идентификации заимствований. С помощью разработанной автоматизированной системы контроля знаний было успешно проведено тестирование разработанного алгоритма поиска заимствований на работах студентов ФПМИ БГУ.

Список литературы

1. Software Testing Solutions for Productivity and Quality [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.verifysoft.com/>. – Date of access: 06.03.2017.

2. Halstead complexity measures [Electronic resource]. – Mode of access: https://en.wikipedia.org/wiki/Halstead_complexity_measures. – Date of access: 03.03.2017.

3. Программный код и его метрики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habrahabr.ru/company/intel/blog/106082/>. – Дата доступа: 01.03.2017.

4. Heintze, N. Scalable document fingerprinting [Electronic resource] / N. Heintze // USENIX Workshop on Electronic Commerce. – New Jersey : Bell Labs, 1996. – Mode of access: <http://citeseer.ist.psu.edu/348631.html>. – Date of access: 05.03.2017.

5. Efficient and effective plagiarism detection for large code repositories / S. Burrows [et al.] // Proc. of the Second Australian Undergraduate Students' Computing Conference (AUSCC'04), 2004. – P. 8–15.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АЛГОРИТМА ВОЛЧЬЕЙ СТАИ

Э. В. Кулиев, Вл. Вл. Курейчик

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

e-mail: ekuliev@sfnedu.ru, kureichik@yandex.ru

Во многих областях возникают крупномасштабные тяжелые комбинаторные проблемы оптимизации, например автоматизация физического проектирования. Такие проблемы, как разбиение, упаковка, размещение, маршрутизация, уплотнение, очень сложны и с математической точки зрения относятся к трансвычислительным задачам [1, 2].

На данный момент наиболее эффективными в решении задач конструкторского проектирования являются вероятностные алгоритмы, вдохновленные природой: роевые и эволюционные [1, 2]. Таким образом, при композиции этих алгоритмов получим более совершенный, сочетающий в себе только лучшие свойства алгоритм.

Краткое представление алгоритма волчьей стаи

В основе алгоритма волчьей стаи лежат принципы поведения волков в природе. Иерархия волков представлена типами: альфа, бета, дельта и омега. В этой модели выполняются три основных этапа, в ходе которых волки ищут добычу, окружают, а затем атакуют ее. Математическая реализация социальной иерархии заключается в том, что волкам с наиболее высокими целевыми функциями (нахождение вблизи добычи) присваиваются ранги альфа и бета по мере их близости к добыче, а всем остальным волкам – омега. Каждый из волков обновляет свою позицию в соответствии с позицией альфа, бета и дельта, попадая в случайное место в пределах области поиска [3].

В алгоритме волки разделены на три категории: волк-вожак, волки-разведчики и дикие волки, а в качестве модификации введены два принципа: «победитель получает все» для вожака и «выживает сильнейший» для моделирования поведения остальных. Первый принцип основывается на присвоении наилучшего значения целевой функции вожаку. Позицию вожака можно также рассмотреть как позицию жертвы [4]. Во время каждой итерации значение целевой функции вожака будет сравниваться со значением целевой функции другого волка, и если значение не самое лучшее, то вожак будет заменен. Тогда лучший волк становится новым вожаком. Далее выполняется процедура разведки, основанная на поведении нескольких элитных волков. Причем у этих волков значения целевой функций лучшие, чем у диких. Принцип действия процедуры охоты (погони, преследования)

заключается в окружении добычи. Здесь позиция вожака рассматривается как возможная позиция добычи для сбора остальных волков. Последним этапом реализации данного метода является механизм обновления волчьей стаи «выживает сильнейший». Такой механизм имитирует естественный отбор Дарвина, позволяя удалять из популяции слабых особей и производя регенерацию новых волков при удалении от центра. Этот метод оптимизации обладает высокой производительностью и быстрой сходимостью.

Экспериментальные исследования

Одной из целей проведения экспериментальных исследований было определение временной сложности предложенного алгоритма волчьей стаи. Исследования проводились над сверхбольшими интегральными схемами с различным количеством размещаемых элементов – от 10 000 до 100 000. В данной работе временная сложность рассчитывается исходя из зависимости времени работы алгоритмов от количества размещаемых ими элементов [5]. Сравнивалась производительность предложенного алгоритма с несколькими другими методами оптимизации на основе популяции, которые представляют собой генетический, муравьиный и пчелиный алгоритмы (ГА, МА и ПА соответственно).

Полученные в ходе проведенных экспериментов данные представлены в таблице.

Оценка временной сложности алгоритмов

Количество элементов	Алгоритм, с		
	Генетический	Муравьиный	Волчьей стаи
10 000	1,07	2,22	1,87
20 000	2,61	3,89	3,77
30 000	3,81	5,28	5,18
40 000	5,04	6,11	6,01
50 000	7,18	8,51	8,17
60 000	9,2	10,4	9,7
70 000	12,6	13,5	12,9
80 000	16,5	18,0	17,77
90 000	18,7	20,2	19,8
100 000	21,2	23,1	21,9

Параметры ГА, МА, ПА и разработанного алгоритма волчьей стаи остаются одинаковыми в эксперименте. Параметры устанавливаются следующим образом: размер популяции всех алгоритмов равен 100, количество итераций – 300, вершин графа – 100. Параметры для ГА: кроссинговер – 0,95, мутация – 0,1.

Временная сложность разработанного алгоритма волчьей стаи равна $O(n^2)$.

Предложенный алгоритм оптимизации с высокой производительностью и быстрой сходимостью основан на механизме охоты волков в живой природе. Исходя из проведенных экспериментальных исследований можно сделать вывод, что такой алгоритм позволяет получать квазиоптимальные решения за полиномиальное время.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук № МК-1480.2018.9.

Список литературы

1. Родзин, С. И. Теоретические вопросы и современные проблемы развития когнитивных биоинспирированных алгоритмов оптимизации (обзор) / С. И. Родзин, В. В. Курейчик // Кибернетика и программирование. – 2017. – № 3. – С. 51–79.

2. Родзин, С. И. Состояние, проблемы и перспективы развития биоэвристики / С. И. Родзин, В. В. Курейчик // Программные системы и вычислительные методы. – 2016. – № 2. – С. 158–172.

3. Кулиев, Э. В. Принятие решений в задаче размещения компонентов СБИС на основе модели поведения стаи волков / Э. В. Кулиев, В. В. Курейчик, И. О. Курситыс // Нейрокомпьютерные сети, генетические алгоритмы и их применения : материалы XXI Междунар. конф. по мягким вычислениям и измерениям (SCM'2018), Санкт-Петербург, 23 мая 2018 г. / Санкт-Петербургский гос. электротехн. ун-т «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина). – СПб, 2018. – Т. 1. – С. 712–715.

4. Адаптивный алгоритм стаи серых волков для решения задач проектирования / Э. В. Кулиев [и др.] // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2017. – № 7 (192). – С. 28–38.

5. Кулиев, Э. В. Исследование характеристик гибридного алгоритма размещения / Э. В. Кулиев, А. А. Лежебоков // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2013. – № 3 (140). – С. 255–261.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МОДЕЛИ И МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ NP-ТРУДНЫХ КОМБИНАТОРНО-ЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ НА ГРАФАХ

В. В. Курейчик, Л. В. Курейчик,
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия
e-mail: vkur@sfedu.ru, ilu999@rambler.ru

В настоящее время для создания высоконадежной аппаратуры в короткие сроки особое значение приобретают эффективные методы решения оптимизационных задач на графах и гиперграфах.

Решение оптимизационных задач на графах осуществляется на протяжении ряда лет, являясь, по-прежнему актуальной проблемой. Это связано в первую очередь с тем, что такие задачи являются NP-полными и NP-трудными и пока нет эффективных алгоритмов их решений с полиномиальной временной сложностью [1]. В связи с развитием технологий возникает необходимость в разработке универсальных моделей и алгоритмов, позволяющих находить наборы квазиоптимальных результатов при решении этих задач за приемлемое время. Одним из подходов создания таких моделей является использование методов эволюционного моделирования (ЭМ).

Под оптимизационной задачей (ОЗ) на графах или гиперграфах понимается задача, в которой необходимо найти решение в некотором смысле наилучшее или, как говорят, оптимальное. Оно может быть принято оптимальным на основе критерия или целевой функции (ЦФ) [1, 2]. На практике существует большое количество ОЗ, и они могут быть различной природы, однако их постановка имеет много аналогий. Итак, ОЗ на графах и гиперграфах записывается в виде кортежа длины три: $\langle M, D, F \rangle$. Следовательно, математическая модель оптимизационной задачи состоит из трех составляющих: целевой функции F , ограничений D , граничных условий M . В работе предлагается единый подход для решения ОЗ на графах на основе методов ЭМ.

Эволюционное моделирование – направление исследований в теории и практике искусственного интеллекта, основанное на использовании в качестве ключевых структурных элементов некоторых формализованных моделей эволюции и принципов естественного отбора [1]. Главными алгоритмами ЭМ являются эволюционный и генетический. В настоящее время количество разновидностей алгоритмов данного класса достаточно велико. Все они различаются некоторыми механизмами и процедурами, а также расхождениями в трактовках и представлением решений [3], однако при

этом важным является моделирование эволюционного процесса, использующего принцип «выживания сильнейших». Первостепенная задача этих алгоритмов состоит в оптимизации целевой функции. Для решения оптимизационных задач на графах на основе методов эволюционного моделирования необходимо выполнение следующих действий: выбор способа представления решения, разработка операторов поиска, построение целевой функции, выбор принципа отбора решений и генерация начальной популяции решений.

Укрупненная схема поиска, основанная на методах ЭМ, приведена на рисунке.

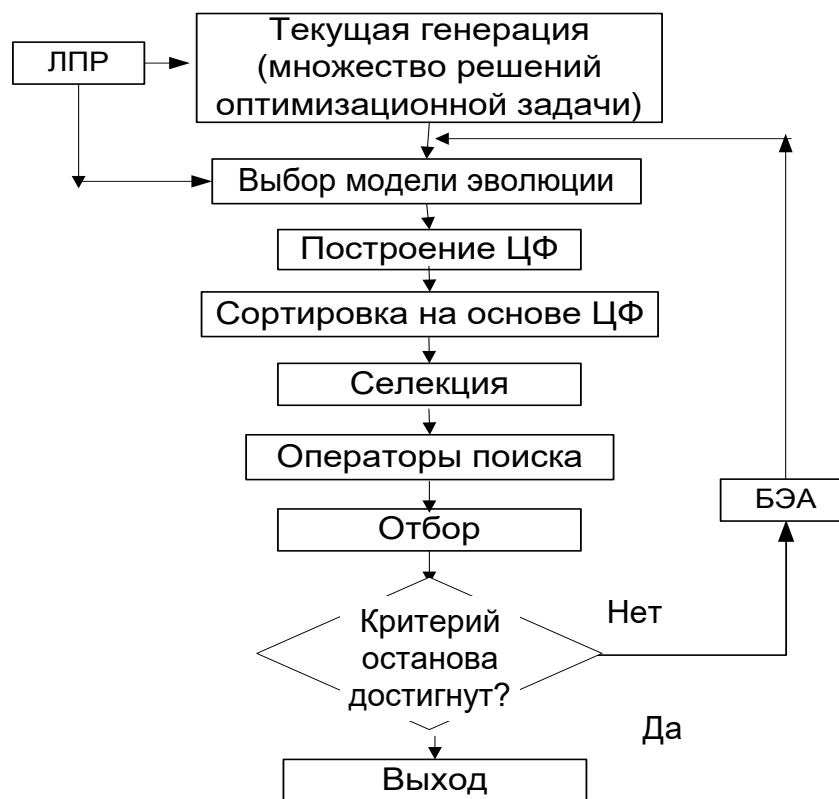


Схема поиска

В отличие от базовой структуры поиска авторы в качестве модификации предлагают ввести новые блоки: это блок ЛПР – лицо принимающее решение, блок эволюционной адаптации – настройка и управление поиском и блок моделей эволюции.

Опишем работу блоков такой архитектуры более подробно. Сначала строится и на ее основе создается область поиска допустимых решений. Далее по принципу случайного, направленного или комбинированного метода генерируется начальная популяция альтернативных решений и с помощью ЛПР происходит выбор пути развития исходя из заданной модели эволюции. В качестве пути развития могут быть использованы модели

эволюции Ч. Дарвина, Ж. Б. Ламарка, Г. Де Фриза, К. Поппера и др. [4]. С учетом постановки оптимизационной задачи определяется ЦФ. Далее на основе значения ЦФ производится анализ популяции и сортировка альтернативных решений. Затем выполняется селекция, т. е. выбор решений, которые будут участвовать в дальнейшем поиске. Получение новых решений в архитектуре формируется путем реализации операторов поиска (кроссинговера, мутации, инверсии) [2]. После происходит отбор лучших решений до заданного размера текущей популяции. В приведенной архитектуре блок эволюционной адаптации предназначен для выбора и реализации различных стратегий и механизмов адаптации [5]. Также в этом блоке с помощью обратных связей осуществляется процесс перестройки текущей популяции альтернативных решений и создания на ее основе новой популяции. Таким образом, появляется дополнительный инструмент для самоадаптации и настройки параметров поиска. Процесс продолжается итерационно и заканчивается, когда достигнут критерий останова. Это время решения, заданное количество поколений поиска или получения набора квазиоптимальных решений. Данный метод оптимизации обладает высокой производительностью и быстрой сходимостью.

Для подтверждения эффективности такого подхода создана программа, выполнен вычислительный эксперимент. Проведенные серии тестов и экспериментов показали преимущество указанного подхода по сравнению с известными методами, что доказывает перспективность его применения. Временная сложность алгоритмов, реализованных в этом подходе, лежит в пределах $O(n \log n) - O(n^2)$.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 19-01-00059.

Список литературы

1. Емельянов, В. В. Теория и практика эволюционного моделирования / В. В. Емельянов, В. В. Курейчик, В. М. Курейчик. – М. : Физматлит, 2003.
2. Гладков, Л. А. Генетические алгоритмы / Л. А. Гладков, В. В. Курейчик, В. М. Курейчик. – М. : Физматлит, 2010.
3. Курейчик, В. В. Теория эволюционных вычислений / В. В. Курейчик, В. М. Курейчик, С. И. Родзин. – М. : Физматлит, 2012.
4. Курейчик В. В. Анализ и обзор моделей эволюции / В. В. Курейчик, В. М. Курейчик, П. В. Сороколетов // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. – 2007. – № 5. – С. 114–126.
5. Курейчик, В. В. Эволюционные, синергетические и гомеостатические стратегии в искусственном интеллекте: состояние и перспективы / В. В. Курейчик, В. М. Курейчик, П. В. Сороколетов // Новости искусственного интеллекта. – 2000. – № 3. – С. 39–66.

МОДЕЛИ И МЕТОДЫ БИОИНСПИРИРОВАННОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕДУР В КОНСТРУКТОРСКОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Вл. Вл. Курейчик

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

e-mail: kureichik@yandex.ru

Современные тенденции, связанные с развитием нанометровых технологий в области производства миниатюризацией и увеличивающейся сложностью современных микроэлектронных систем, требуют разработку новых методов и средств их проектирования. Одним из ключевых этапов проектирования высоконадежных микроэлектронных устройств является топологический. Основные задачи такого этапа, который представляет собой переход от схемной информации к геометрической, – компоновка, размещение и трассировка. Все эти задачи требуют обработки огромных массивов информации, носят комбинаторно-логический характер и в основном являются NP-трудными и NP-полными [1–3].

Существующие алгоритмы не справляются с решением данного класса задач, поэтому возникает необходимость в разработке новых подходов моделей, методов и алгоритмов. Одним из таких подходов является использование моделей и методов биоинспирированной оптимизации, позволяющей получать наборы квазиоптимальных решений в задачах конструкторского проектирования за полиномиальное время [2, 3].

Все задачи топологического этапа конструкторского проектирования относятся к оптимизационным, их математическую модель можно представить в виде кортежа длины три: $\langle M, D, F \rangle$, где F – целевая функция, D – ограничения и M – граничные условия. Для эффективного решения таких задач предлагается единый подход на основе методов, инспирированных природными системами.

Сложность и размерность задач конструкторского проектирования настолько велики, что делают невозможным их решение даже с использованием современной вычислительной техники. По этой причине предлагаются методы биоинспирированного поиска.

Биоинспирированный поиск – направление исследований в теории и практике искусственного интеллекта, основанное на использовании в качестве ключевых структурных элементов некоторых формализованных моделей, инспирированных природными системами [1, 4, 5]. Все биоинспирированные методы, включая методы роевого интеллекта, относятся к классу эвристических процедур. Базой методов роевого интеллекта явля-

ется моделирование самоорганизации общественных насекомых. Рой не имеет централизованного управления. Принцип его поведения составляет самоорганизация, обеспечивающая достижение общих целей роя на основе низкоуровневого взаимодействия.

Для обобщения терминологии в биоинспирированном поиске вместо хромосом, бактерий, муравьев и др. вводится понятие «агент». Совокупность агентов называется популяцией. Главными этапами биоинспирированного поиска являются инициализация популяции агентов, генерация новых агентов и завершение процесса поиска. Укрупненная схема такого поиска приведена на рисунке. Здесь блоки 1- n – это конкретные алгоритмы, основанные на моделировании природных систем, такие как генетический, муравьиный, пчелиный, бактериальный, светлячковый и др. [6]. Они могут выполняться как отдельно, так и параллельно в случае использования многопроцессорной системы. Блок миграции собирает лучшие решения, блок адаптации управляет процессом поиска.



Схема поиска

Для всех биоинспирированных методов характерны следующие свойства агентов: автономность – агенты в пространстве перемещаются независимо друг от друга; стохастичность – процесс создания новых аген-

тов в какой-то мере является произвольным; коммуникабельность – агенты способны обмениваться имеющейся информацией, выявленной в ходе поискового процесса; ограниченность представления – каждый из агентов популяции несет информацию об исследуемой части поискового пространства; децентрализация – отсутствие агентов высшего уровня, управляющих процессом поиска в целом [4–6]. Важным преимуществом биоинспирированных методов является их модульная структура, это позволяет быстро адаптировать поиск под влиянием внешних воздействий.

Биоинспирированные оптимизационные методы легко распараллеливаются, обладают высокой производительностью и быстрой сходимостью.

Для подтверждения предложенного подхода создана программа, выполнен вычислительный эксперимент. Проведенные серии тестов и экспериментов показали преимущество данного подхода по сравнению с известными методами, что доказывает перспективность его применения. Временная сложность алгоритмов, реализованных в этом подходе, лежит в пределах $O(n \log n) - O(n^2)$.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18 – 01 – 00041.

Список литературы

1. Родзин, С. И. Теоретические вопросы и современные проблемы развития когнитивных биоинспирированных алгоритмов оптимизации (обзор) / С. И. Родзин, В. В. Курейчик // Кибернетика и программирование. – 2017. – № 3. – С. 51–79.

2. Родзин, С. И. Состояние, проблемы и перспективы развития биоэвристики / С. И. Родзин, В. В. Курейчик // Программные системы и вычислительные методы. – 2016. – № 2. – С. 158–172.

3. Биоинспирированные методы в оптимизации / В. В. Курейчик [и др.]. – М. : Физмалит, 2009.

4. Курейчик, В. В. Биоинспирированный поиск при проектировании и управлении / В. В. Курейчик, Вл. Вл. Курейчик // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2012. – № 11 (136). – С. 178–183.

5. Курейчик, В. В. Комбинированный поиск при проектировании / В. В. Курейчик, В. В. Бова, Вл. Вл. Курейчик // Образовательные ресурсы и технологии. – 2014. – № 2 (5). – С. 90–94.

6. Курейчик, В. В. Обзор и анализ методов и моделей, инспирированных природными системами / В. В. Курейчик, Вл. Вл. Курейчик // Информатика, вычислительная техника и инженерное образование. – 2013. – № 2 (13). – С. 10–22.

MIP MODELS FOR OPTIMAL BATCH MACHINING AT FLOW LINES WITH RECONFIGURABLE STATIONARY MACHINES

O. Battaia¹, A. Dolgui², N. Guschinsky³

¹ISAE-Supaero, Toulouse, France

e-mail: olga.battaia@isae.fr;

²IMT Atlantique, Nantes, France

e-mail: Alexandre.Dolgui@imt-atlantique.fr

³United Institute of Informatics Problems of the National Academy of Sciences
of Belarus, Minsk

e-mail: gyshin@newman.bas-net.by

This paper deals with a problem of the optimal design of a flow line with stationary machines for machining multiple parts. It is supposed that processing on the machine can be made from three of four possible (from above, at the left, behind, on the right) the sides of a part. The parts are grouped in different batches which are processed sequentially. After finish of processing a current batch the machines are reconfigured, i. e. the fixtures of parts can be changed and some spindles are mounted or dismounted if necessary. The parts of the same batch are machined in a given sequence. At each machine, several machining modules (spindle heads) can be installed to process the operations assigned to this machine. They can be activated simultaneously or sequentially. Simultaneous activation is possible if machining modules are related to the different sides of the part and work in parallel. Sequential activation is realized by the use of turrets.

It is supposed that the following data is given:

- the number of parts;
- sets of operations for machining each part;
- sets of feasible orientations for each part;
- the number of batches and their structure;
- the loading sequences and required outputs for each batch;
- parameters of each operation (the length of the working stroke, the range of feed rate, and the set of feasible orientations of the part for execution of the operation).

The considered problem is to determine:

- the number of machines;
- the orientation of each part at each machine;
- the number of machining modules of each type that are installed at each machine;
- the set of operations assigned to each machining module at each machine;
- the feed rate of each machining module.

The design decision should satisfy the following constraints:

- precedence constraints which define possible sequences of operations;
- inclusion constraints which oblige to perform some pairs of operations at the same machine, by the same turret, by the same spindle head or even by the same spindle;
- exclusion constraints which prohibit the mutual assignment of some pairs of operations to the same machine, to the same turret, or to the same spindle head;
- constraints on the maximal number of machines and on the maximal number of machining modules in a turret;
- constraints on feasible orientations of the part for execution of each operation;
- the impossibility to perform operations for machining elements located at the same side of the part at one machine by machining modules of different types;
- productivity constraints to provide the required outputs.

The objective is to minimize the weighted sum of the number of machines, the number of turrets, the number of machining modules, and the number of reorientations of parts.

The proposed approach for solving the considered problem is based on modified MIP models [1, 2]. The main modification consists in taking into account possible reorientation of parts.

Experimental study was carried out on ASUS notebook (1.86 Ghz, 4 Gb RAM) with academic version of CPLEX 12.2. There were solved 40 industrial examples with two batches and the number of parts varying from 4 to 10. The minimal, maximal and average values are the following:

- the total number of operations (50,148, 90);
- the number of possible orientations of all parts (8, 6075, 530);
- the number of variables in MIP models (2772, 5472, 3961);
- the number of constraints in MIP models (56406, 536299, 208692);
- the optimization time (8.3, 1152.2, 129.3) sec.

References

1. Guschinsky, N. N. MIP model for synthesis of manufacturing process structure for sequential batch machining at flow line of stationary machines / N. N. Guschinsky, O. Battaia, A. Dolgui // *Informatika*. – 2016. – No. 2. – P. 41–51.
2. Battaia, O. Decision support for design of reconfigurable rotary machining systems for family part production / O. Battaia, A. Dolgui, N. Guschinsky // *Intern. J. of Prod. Res.* – 2017. – Vol. 55, no. 5. – P. 1368–1385.

REACHABILITY GRAPH REDUCTION FOR SPECIFICATION BASED TESTING OF SYSTEMS WITH CONCURRENT BEHAVIOR

L. D. Cheremisinova

United Institute of Informatics Problems of the National Academy of Sciences
of Belarus, Minsk

e-mail: cld@newman.bas-net.by

The complexity of modern chip designs and the quality requirements have led to increased requirements for the ability of the verification techniques. Verification is fulfilled in different design stages. In particular, when an implementation of a system is received, the aim is to check whether it functions as we desired. One of the new technologies for solving the problem uses model-based testing (MBT) [1] where the starting point for testing is a specification of the desired behavior of the system under test (SUT) in some language.

Input-Output Conformance Testing. Conformance testing evaluates the functional behavior of a SUT with respect to its specification. A SUT implementation is a real, physical object that is accessible only through its external interfaces and is seen in the paper as black-box. The specification, which is assumed to be correct and valid, is expressed in some formal language. In the paper, the problem of testing reactive control systems with concurrent behavior is considered. Conformance testing reactive systems is done on the base of input-output conformance (ioco) relation [1]. A SUT conforms to its specification with respect to the conformance relation ioco if after any trace of the specification states the observable outputs of the SUT are possible outputs in the specification. There is a number of evident assumptions in order for the test to be possible: a) both specification and SUT have the same input and output alphabets; b) specification algorithm is strongly connected; c) a SUT should be input-enabled, i.e. in any its state, it accepts all inputs (that is the assumption of the correct ioco implementation [1]); d) at any time an input that is possible in the specification should be possible also in the implementation; e) any output produced by the implementation should be produced by the specification too.

Model specification. To define the behavior of reactive control systems, the formal model of a parallel automaton in PRALU language [2] is used, which represents a subclass of interpreted Petri nets. The parallel automaton may simultaneously be in several partial states, which are called parallel. A set of such states defines a global state that can be interpreted as a marking of the corresponding Petri net.

A parallel automaton is specified by: 1) a set S of partial internal states; 2) input and output alphabets X and Y of Boolean variables; 3) a set of transitions τ_i in the form $\tau_i = (\gamma_i^1, k_i^1) \rightarrow (\gamma_i^2, k_i^2)$, where γ_i^1 and γ_i^2 are labels

treated as subsets of partial states from S , k_i^1 and k_i^2 are elementary conjunctions of variables from X and Y that define a condition of firing the transition τ_i and output signals accompanying it.

A transition $\tau_i = (\gamma_i^1, k_i^1) \rightarrow (\gamma_i^2, k_i^2)$ is enabled when two conditions take place: 1) reached automaton global state N_t contains all partial states from γ_i^1 ($\gamma_i^1 \subseteq N_t$) and 2) $k_i^1 \wedge W_t = 1$, where W_t is a state on the set of logical signals from X , which has been reached to the time moment t . After a transition is executed, the variables from k_i^2 are assigned values that reverse k_i^2 to 1, and N_t is replaced by $N_{t+1} = (N_t \setminus \gamma_i^1) \cup \gamma_i^2$. In the case of a correct parallel automaton for any pair of transitions τ_i and τ_j , from the condition $(i \neq j) \wedge (\gamma_i^1 \cap \gamma_j^1 \neq \emptyset)$ follows that $\gamma_i^1 = \gamma_j^1$, and if γ_i^1 and γ_j^1 are concurrent, then $\gamma_i^1 \neq \gamma_j^1$.

Thus, the parallel automaton dynamics is described in the space of reachable states and values of automaton logical signals. To calculate the next automaton global state, it is necessary to determine the set T of transitions τ_i , which are fired by the marking N_t and the state W_t . The following states are specified such a manner: 1) $N_{t+1} = (N_t \setminus \gamma^1) \cup (\gamma^2)$, where $\gamma^1 = \cup_i \gamma_i^1$ and $\gamma^2 = \cup_i \gamma_i^2$ are unions of sets of partial states of all transitions $\tau_i \in T$; 2) all variables mentioned in conjunctions k_i^2 for all $\tau_i \in T$ change their values to result in $k_i^2 = 1$.

Reachability graph. One of the natural approaches to MBT of concurrent systems is one based on exploration on the state space of its model. The enumeration of state space requires the construction of the reachability graph and it is the main approach underlying the methods for analyzing the behavioral properties of concurrent systems. The reachability graph can serve as a specification for the SUT as well. The global states of the parallel automaton defined by the reachable markings N_t correspond to the vertices of the directed graph of reachable states. An arc is labeled with the symbol τ_i of the automaton transition and connects a pair of vertices with such markings, that the automaton change the first marking onto the second one as result of the transition τ_i firing. The reachability graph can be easily generated by computing all successor markings starting from the initial one.

Partial Order Reduction. Reachability graph contains all possible partial orderings of parallel transitions for a model with interleaving transitions and as result the reachability graph confronts with the state-explosion problem. Its size grows exponentially with the size of partial states and transitions and its generation suffers from exponential space and time complexity. The large state-space has a very negative impact on the performance of testing. Sometimes, the system is too large to construct reachability graph and receive even any covering path. More promising approach is partial order reduction [3] to cure the complexity issues of reachability graph generation. Partial order reduction is successively applied in Petri net formal verification methods. However, these methods do not take into account the information interaction of the transitions,

which is unacceptable when solving the task of generating a test cases. Partial order reduction approach is based on the fact that there is independence between some concurrent transitions, that is, the order in which the transitions are executed is not important. In the process of the reachability graph reduction we try to explore only some successors for each vertex.

A transition $\tau_i = (\gamma_i^1, k_i^1) \rightarrow (\gamma_i^2, k_i^2)$ is enable in a global state N_t of parallel automaton if $\gamma_i^1 \subseteq N_t$ and current values of input signals draw conjunction k_i^1 into 1. For a pair of transitions τ_i and τ_j that are enable in a global state N_t the transition τ_i do not disable if after executing τ_i the transition τ_j remains enable. That takes place when the following holds: 1) the condition of transitions firing are compatible with each other, that is $k_i^1 \wedge k_j^1 \neq 0$; 2) output signals mentioned in k_i^2 are compatible with input condition of τ_j , that is $k_j^1 \wedge k_i^2 \neq 0$.

A pair of concurrent transitions τ_i and τ_j are independent if for each global state the properties hold: 1) transitions τ_i and τ_j are commutative in the sense that they may be executed in any order leading to same global state; 2) transitions τ_i and τ_j do not disable each other. For independent transitions, the order, in which they are executed, is not relevant. So we can change the order of their firing or even fire them simultaneously in some cases.

To reduce the reachability graph we propose to fire some independent transitions simultaneously. A pair of transitions τ_i and τ_j can be fired simultaneously in some global state N_t if 1) they are independent; 2) they are enable in N_t and current values of input signals. If for some achieved marking N_t the transitions τ_i and τ_j are enable and can be fired simultaneously then the marking of N_t is replaced by $(N_t \setminus (\gamma_i^1 \cup \gamma_j^1)) \cup \gamma_i^2 \cup \gamma_j^2$.

Conclusion. The paper deals with the task of analyzing a control system for an ioco model conformance for the most difficult and insufficiently studied case when the specification model describes a concurrent system. The considered method is based on the construction of reduced reachability graph of a parallel control algorithm.

References

1. Tretmans, J. Model based testing with labelled transition systems / J. Tretmans // Formal Methods and Testing: Lecture Notes in Computer Science. – Springer, 2008. – Vol. 4949. – P. 1–38.
2. Zakrevskij, A. D. Parallel Algorithms of Logical Control / A. D. Zakrevskij. – Minsk : Institute of Engineering Cybernetics of the National Academy of Sciences of Belarus, 1999. – 202 p. (in Russian).
3. Lluch-Lafuente, A. Partial Order Reduction in Directed Model Checking / A. Lluch-Lafuente, S. Edelkamp, S. Leue // Proc. of the 9th Intern. SPIN Workshop on Model Checking of Software, April 11–13, 2002. – Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 2002. – P. 112–127.

***IN SILICO* AS AN IMPORTANT ELEMENT IN INDUSTRIAL PHARMACEUTICAL BIOTECHNOLOGY**

Y. Kolb, V. Gamada, O. Khropot, R. Konechna, V. Novikov
National University "Lviv Polytechnic", Ukraine
e-mail: Yuliia.I.Kolb@lpnu.ua

Increasingly, enterprises of the pharmaceutical and biotechnology industry are using *in silico* method in developing and creating new pharmaceutical products. Bioinformatics using modern methods and software allows to obtain statistical and mathematical data for the analysis and subsequent interpretation of them in the practical development of new drugs. This provides an opportunity for an individual approach to treatment and improvement of people's lives in general. A significant advantage of bioinformatics is not only the ability to process a large amount of data but also to identify patterns that are not always visible during an experiment. Bioinformatics also allows you to quickly and cheaply conduct a model experiment and predict its result in the system *in vivo*.

Pharmaceutical and biotechnology science uses new databases such as Molinspiration (<http://www.molinspiration.com/-cgibin/properties>), PASS, PharmaExpert, GUSAR (<http://www.way2drug.com>), PDB (<http://www.rcsb.org>), and others when developing and creating new drugs.

Molinspiration is a program that allows to conduct a virtual screening mechanism, interactively calculate molecular properties (logP, polar surface area, number of donors and acceptors of hydrogen bonds, etc.), as well as predict bioactivity assessment for drugs (GPCR ligands, kinase inhibitors, ion channel modulators, nuclear receptors), to identify clusters of similar structures in molecular data sets and to create 3D-models.

PASS is a program that evaluates the biological activity of the compounds studied on the basis of structural formulas and provides evaluation including pharmacotherapeutic effects, biochemical mechanisms, toxicity, metabolism, regulation of gene expression, activity associated with conveyors. The average prediction accuracy is 95 %.

PharmaExpert is a program that analyzes the relationship between biological activity, drug and investigated chemical compounds. PharmaExpert provides a tool for selecting compounds with a defined biological activity profile, including desired pharmacotherapeutic effects and biochemical mechanisms, but excluding unwanted side effects and toxic effects. The program uses PASS forecasts as initial information.

GUSAR is a program for creating models of quantitative relations structure – property. The program provides the result of a quantitative SAR/SPR model (structural activity/properties). GUSAR contains a self-consistent

regression algorithm, which in turn allows you to choose the best set of MNA and biological descriptors and get the best QSAR model.

PDB is an experimental data program that provides information on 3D-forms of proteins, nucleic acids and complex large biological molecules; functions and evolution of biological macromolecules.

The development of new drugs is part of a new era – the era of intelligent industrial technology. This allows the pharmaceutical and biotechnology industry to at least partially avoid the high cost of developing new drugs.

Having carried out a meta-analysis of the literature data, found that pharmaceutical companies put in the forefront of predictive analytics (47 %) – a class of methods of data analysis, which concentrate on predicting the future behavior of objects and subjects in order to make optimal decisions. In the second place, the combination of artificial intelligence and automation processes (40 %), and in the third place artificial intelligence and Internet of things – the transmission of information by standard communications protocols (29 %) (<http://labprice.ua/statti/ukrayinska-nauka-ta-suspilstvo-zdobutki-problemi-perspektivi/bioinformatika-biznes-maybutnogo-u-yakiy-varto-vkladati-groshi-ukrayinskim-biznesmenam-ta-investitsiy-nim-fondam>).

According to Rockwell Automation Company, it has been established that the introduction of intelligent technologies will increase pharmaceutical activity by 65 % (http://razumkov.org.ua/uploads/article/2017_svit_ecovom_Annotation.pdf).

These programs are actively used by scientists of the Chair of Technology of Biologically Active Compounds, Pharmacy and Biotechnology at the National University “Lviv Polytechnic”. Methods *in silico* are actively implemented in the scientific process, which greatly helps in working with medicinal plants that are listed in the Red Book of Ukraine. Thanks to such programs, a new view of medicinal plants and their application in medicine, pharmaceuticals, biotechnology, cosmetology and veterinary medicine is opened. Thanks to PDB program of plant and tissue cultivation, *in vitro*, new opportunities and methods for obtaining bilberry biomass have been obtained.

Thus, bioinformatics is one of the main innovators in the pharmaceutical business (<http://economics.-opu.ua/files/archive/2013/No5/75-82.pdf>). Using techniques *in silico* will reduce the cost of developing new medicines. Techniques play a key role and lead to positive changes in the competitiveness and economic activity of pharmaceutical and biotech industrial enterprises.

Therefore, giving preference to predictable analytics, the pharmaceutical and biotechnology industry will open up new elements in business models, leading to changes in risk reduction and shortening of time for new pharmaceuticals to enter the market. In this way, the pharmaceutical and biotechnology industry will create competitive advantages based on savings and ease of access to the local market.

MINIMIZING THE NUMBER OF DEPOT CHARGING STATIONS FOR ELECTRIC BUSES OF SEVERAL ROUTES

B. M. Rozin, M. Y. Kovalyov, N. N. Guschinsky

United Institute of Informatics Problems of the National Academy of Sciences
of Belarus, Minsk

e-mail: {rozin; kovalyov_m; gyshin}@newman.bas-net.by

Development of a feasible and efficient charging infrastructure is an important element of the transition from the conventional public buses to the electric buses (e-buses) [1]. E-buses equipped with high-capacity batteries (hundreds of kWh) represent a large part of the commonly used types of e-buses. These e-buses are able to operate the whole day without recharging, and they are charged in a depot for 2–6 hours to restore the full battery charge.

Consider a set R of routes to be served by e-buses that are charged in the same depot by the charging stations of the same type. The single most representative day is considered. In the beginning of the day, all e-buses are fully charged, and any e-bus can operate without recharging the whole day. However, distribution of recharging operations over time can minimize the number of the required charging stations, which is the topic of this study.

It is assumed that each route $r \in R$ is characterized by the following input parameters.

- Set J_r of e-buses of the same type serving this route. Some e-buses of this set can be in operation, and we call them *active*, and some can stand in the depot, and we call them *idle*.

- Required quantity m_{rl} of e-buses of the set J_r to operate on route r in the time interval $T_{rl} = [t_{rl}, t_{r,l+1}]$, $l = 1, \dots, \sigma_r$, where $m_{rl} \leq |J_r|$ for all l , and the set P_r of time points, $P_r = \{t_{rl}, t_{r,l+1}, l = 1, \dots, \sigma_r\} \cup \underline{P}_r$, at which e-buses $j \in J_r$ can depart from/arrive to the depot to recharge. If at any point from \underline{P}_r an active e-bus of the set J_r comes to the depot for recharge, and therefore, becomes idle, then it must be replaced by an idle e-bus of this set on route r , which becomes active.

Each e-bus $j \in J_r$ is characterized by the following input parameters.

- Initial charge level \bar{s}_j , which is the charge level in the beginning of the day.
- Function representing charging time from a charge level s to the charge level $s' > s$. This function is assumed to be concave decreasing.
- Charge consumption function depending on the e-bus operational time from the last recharge and the charge level of the last recharge.

We are interested in the number of the charging stations to support operation of the required numbers of e-buses in the indicated time intervals for each route. If a charging station is in use, then it requires a certain amount of

electrical power. The total power supplied by the city power grid is upper bounded, and this upper bound changes dynamically during the day. If there is a certain number of charging stations, then it may happen that not all of them can be used for recharging of e-buses because of this upper bound.

Denote by x a decision which, for each route $r \in R$, and for each e-bus from the set J_r and each time point from P_r , indicates whether this e-bus is active or idle at this time point. We say that a decision x is feasible if the number of active e-buses on route r in the time interval T_{rl} is equal to m_{rl} for all $l=1, \dots, \sigma_r$ and $r \in R$. Denote by X the set of feasible decisions x . Each feasible decision x induces the smallest number $k^*(x)$ of charging stations that are required to restore initial charge levels \bar{s}_j of e-buses $j \in J_r$, $r \in R$, up to the next day, accounting for the dynamic upper bound on the available electrical power. The problem is to find $x^* \in X$ such that $k^*(x^*)$ is minimized.

We formulate a mathematical model of this problem, which is based on the simulation of the charge consumption of e-buses between the recharges and on the optimization of the dynamical usage of the charging stations.

A three-level decomposition scheme for solving the formulated problem is developed. At the lower level, for a fixed number k of charging stations and a decision $x \in X$, the relation $k^*(x) \leq k$ is checked. If it is satisfied, then $k^*(x^*) \leq k$, else $k^*(x^*) > k$.

At the medium level, for fixed number k of charging stations, the decision $x \in X$ is sought such that the sub-problem of lower level has a solution.

At the upper level, a bisection search over a given range $[L, U]$ of the optimal number of charging stations $k^*(x^*)$ is performed, and the value of $k^*(x^*)$ is detected.

If for the upper bound U the corresponding sub-problem of the medium level has no solution, then the original problem has no solution as well. In this case, more powerful charging stations can be considered, allowing to restore the charge level of e-buses in a shorter time, or the charging technology can be changed, for example, it can be replaced by the battery swap technology.

The results are obtained within the project PLATON of Electric Mobility Europe Cofund.

References

1. Battery capacity and recharging needs for electric buses in city transit service / Z. Gao [et.al.] // Energy. – 2017. – No. 122. – P. 588–600.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Введение</i>	5
<i>Аваков С. М., Воронов А. А., Дудкин А. А., Дедков А. И., Шоломицкий В. Г.</i> Программный комплекс управления оборудованием контроля критических размеров на базе систем машинного зрения	7
<i>Артамонов В. А., Артамонова Е. В.</i> Применение семантических технологий и блокчейн в правовой сфере электронного правительства	10
<i>Артамонов В. А., Кулак Л. А. (Антония Ильинская).</i> Безопасность информационно-коммуникационных технологий в контексте устойчивого развития человеческого социума.....	13
<i>Белоус А. И., Солодуха В. А., Кутас Н. А.</i> Основные тенденции развития систем автоматизированного проектирования микроэлектронных изделий	16
<i>Бибило П. Н.</i> Минимизация BDDI-представлений систем не полностью определенных булевых функций.....	19
<i>Блинова Е. А., Урбанович П. П.</i> Сравнительные особенности использования стеганографических методов в электронных картах.....	22
<i>Бова В. В., Григорьева Н. В., Довгалева М. А.</i> Этапы создания мобильного приложения	25
<i>Буравкин А. Г., Зиновенкова Л. Г., Кореняко С. А., Прадун Д. В., Иванов Д. Г.</i> Программно-информационные средства трехмерного моделирования и визуализации архитектурных памятников Беларуси	28
<i>Буравкин А. Г., Липницкий С. Ф., Степура Л. В., Боровик Ф. Н., Пархомова З. С., Зиновенкова Л. Г., Мамчич А. А.</i> Программный комплекс доставки и обработки текстовой научно-технической информации для формирования электронного банка данных новых технологий и материалов.....	31
<i>Воронов А. А., Журавлев Д. Ю.</i> Статический и динамический анализ вредоносного программного обеспечения	34
<i>Воронов А. А., Фалько И. Ю.</i> Кроссплатформенная программная система подбора и управления арендой серверного оборудования.....	37
<i>Ганчарик Л. П.</i> Подготовка управленческих кадров в сфере цифровой экономики.....	40
<i>Ганченко В. В., Воронов А. А., Дудкин А. А.</i> Разработка архитектуры программного комплекса управления оборудованием контроля критических размеров на базе систем машинного зрения.....	47

Гладков Л. А., Гладкова Н. В. Гибридный подход к построению систем поиска и оптимизации решений на основе методов эволюционного проектирования и многоагентных технологий	50
Гладков Л. А., Гладкова Н. В., Лейба С. Н. Интегрированный алгоритм решения оптимизационных задач проектирования.....	54
Голодко А. А., Бабич И. В. Исследование скоростей и времени перевозок пассажиров в системе метро типа «Кротовые норы». Сравнение с традиционными транспортными системами	58
Гривачевский А. Г., Барсуков А. В., Кулик Р. Л., Штейн Б. М. Комплекс программных средств автоматизированного проектирования технологических процессов раскладки деталей для резки на машинах термической резки, гильотинных ножницах и отрезных станках.....	62
Дадыкин А. К., Марзалюк А. В. Концепция системы управления формированием языковых и профессиональных навыков взрослых на основе информационных коммуникационных технологий.....	65
Емельяненко В. И. Модели данных многообъектных систем.....	68
Журавлёв В. И., Колбун В. С., Стешенко П. П. Уменьшение нагрева радиоэлектронных компонентов численной оптимизацией конструкции	71
Захаров В. В. Методология и методика проактивного управления модернизацией сложных технических объектов	74
Золоторевич Л. А. Кодирование логических схем для защиты от неавторизованного пользователя.....	78
Иванова А. А., Иванов Д. Е. Математическое моделирование температурного поля непрерывного слитка на основе параллельных вычислений	81
Инютин А. В. Выбор параметров для фильтрации изображений печатных плат	84
Каинов И. К., Немытов Т. К. Планирование распределения и производства продукции в белорусской обувной компании	88
Кардаш С. Н. Алгоритм дизъюнктивно-конъюнктивных разложений систем полностью определенных булевых функций.....	91
Кириенко Н. А. Исследование оптимизационных преобразований логических схем путем разбиения на блоки.....	94
Колмаков М. В., Блинова Е. А. Реализация стеганографического метода в альтернативных потоках файловой системы NTFS	97
Коновалов Е. Н., Путято А. В. Автоматизация расчета остаточного ресурса несущей конструкции грузового вагона	100

Кофанова Е. В. Веб-портфолио как средство активизации обучения студентов в вузе и достижения успеха в будущей профессии.....	103
Крейдич Р. В. Генерация и использование адаптивной дорожной разметки для управления движением на перекрестке	106
Крот А. М., Вырский А. Н., Баран И. А., Демко В. М. Компьютерное моделирование потоков частиц для совершенствования системы очистки зерноуборочного комбайна.....	109
Крот А. М., Спагар И. Н., Демко В. М. Совершенствование конструкции турбоагрегата на основе компьютерного моделирования аэродинамических потоков внутри микротурбины.....	111
Кротюк Ю. М., Гривачевский А. Г. Функциональные особенности программных средств управления проектированием в САПР с заданной проблемной ориентацией	115
Крючков А. Н., Соболев Л. Н. Программно-информационный комплекс автоматизированного составления цифровых топографических карт	118
Кукареко Е. П., Климович О. В., Поклонов С. С., Сушинская О. Л. Управление проектами и OLAP в автоматизированной системе управления производством «Omega Production»	121
Куц Е. Н., Кириенко Н. А. Информационная поддержка процессов продажи и аренды недвижимости	123
Ланкевич Ю. Ю. Использование технологии OpenMP для распараллеливания программы оптимизации многоуровневых представлений систем булевых функций.....	126
Логинава И. П. Использование технологий параллельных вычислений для систем с общей памятью на примере задачи минимизации булевых функций	130
Лодня В. А., Стальмаков В. А. Определение условий статической балансировки коленчатого вала одноцилиндрового дизельного двигателя с использованием информационных 3D-CAD-технологий	134
Мазуркевич Е. А. Микросервисная архитектура в промышленной разработке программного обеспечения.....	137
Марушко Е. Е. Нейросетевая обработка сигналов в системах контроля и диагностики технических объектов по данным телеметрии	140
Мацкевич В. В. Эффективные вычисления на гетерогенных устройствах	143
Машарский З. В. Особенности внедрения международного стандарта безбумажного оформления и сопровождения грузовых авиаперевозок e-Freight.....	146

Менейлюк А. И., Никифоров А. Л. Принципиальная модель использования информационных технологий при управлении в строительстве	149
Мурашко Н. И., Станкевич В. М., Андреев А. В., Аниськов И. П. Проблемы разработки многоканальных спектрональных комплексов для авиационного мониторинга чрезвычайных ситуаций ...	152
Напрасников В. В. О моделировании пористых структур	155
Нор Д. А. Совершенствование бизнес-процесса социальной организации с помощью внедрения Битрикс 24	157
Одинец Д. Н., Соловцов В. В. Алгоритм поиска оптимального маршрута на основе данных от навигационных сервисов	159
Пантюхов В. А., Акиншева И. В. Моделирование многопользовательской системы регистрации для разрабатываемых приложений	162
Перцев Д. Ю. Система сжатия гиперспектральных данных.....	165
Пилипенко С. В. Расчет параметров процесса ХПТ интегральным методом, нацеленным на оптимизацию величины осевых сил	167
Позняк А. М. Блочное разбиение BDD-представлений систем булевых функций.....	170
Поттосина С. А., Бегун Т. А. Система мониторинга и классификации дефектов программных продуктов.....	172
Романов В. И. Моделирование параллельных алгоритмов логического управления на языке ПРАЛУ	175
Рябычина О. П., Рыбак В. А. Информационная система экологического мониторинга атмосферного воздуха	178
Сафронов А. И., Чжо М. А. Классификационный анализ мероприятий в рамках сопровождения автоматизированной системы построения плановых графиков движения пассажирских поездов метрополитена и аналогичных систем	181
Сечко Г. В., Таболич Т. Г. Новейшие патенты США в области информационных систем и технологий в логистике	184
Скобцов Ю. А., Скобцов В. Ю. Биоэвристики в проектировании цифровой микроэлектроники	187
Советникова О. П., Петрова Н. Н. Экономические преимущества Республики Беларусь в процессе формирования и использования информационного ресурса.....	190
Сотсков Ю. Н., Егорова Н. Г. Минимизация средневзвешенного времени производства и доставки товаров партиями от изготовителя в торговую сеть города.....	193

Станчик Г. А., Недзведь А. М., Белоцерковский А. М. Подготовка фрагмента изображения с тенью здания для алгоритмов машинного обучения	196
Суценья А. А. Использование закодированного изображения в каскадных таблицах стилей для увеличения объема стеганографических контейнеров формата EPUB	200
Сытова С. Н., Дунец А. П., Коваленко А. Н., Мазаник А. А., Черепица С. В. Модуль учета и контроля ядерных материалов, радиоактивных отходов и отработавшего ядерного материала	203
Трубач Г. Г. Разработка системы мониторинга цепей поставок с использованием блокчейна Hyperledger Fabric	207
Тузиков А. В., Гривачевский А. Г., Ковалев М. Я., Карабанович В. А. Информационные технологии и системы в промышленности и социальной сфере	210
Урбанович П. П., Колесников В. Л. Комплексная оценка качества образовательного процесса в вузе с использованием специализированных программных средств	213
Халипова Н. В., Кузьменко А. И., Лесникова И. Ю., Исрафилова Н. А. Усовершенствование транспортно-логистических процессов на промышленном предприятии	216
Черемисинов Д. И. Модель схемы для задачи декомпиляции транзисторных схем в формате SPICE	219
Черемисинов Д. И. Параллельные SAT-решатели для проектирования дискретных устройств	222
Черепица С. В., Сытова С. Н., Корбан А. Л., Соболенко Л. Н. Белорусское программное обеспечение для корректного определения количественного содержания летучих компонентов в алкогольной продукции	225
Шолтанюк С. В. Сравнительный анализ нейросетевой и регрессионных моделей прогнозирования временных рядов	227
Шраменко Н. Ю., Музылёв Д. А. Технологии блокчейн в транспортных системах: фантастика или реальность.....	229
Шукало В. С. Мультиагентное управление движением на перекрестке....	232
Шуть В. Н. Адаптивная дорожная разметка для оптимального управления движением на перекрестке.....	236
Янаков В. П. Определение показателей однородности теста	239
Ярошевич Я. О. Анализ исходного кода на предмет заимствований в рамках процесса автоматизированного контроля знаний	242

Кулиев Э. В., Курейчик Вл. Вл. Экспериментальные исследования алгоритма волчьей стаи.....	246
Курейчик В. В., Курейчик Л. В. Перспективные модели и методы решения NP-трудных комбинаторно-логических задач на графах.....	249
Курейчик Вл. Вл. Модели и методы биоинспирированной оптимизации процедур в конструкторском проектировании	252
Battaia O., Dolgui A., Guschinsky N. MIP models for optimal batch machining at flow lines with reconfigurable stationary machines	255
Cheremisinova L. D. Reachability graph reduction for specification based testing of systems with concurrent behavior	257
Kolb Y., Gamada V., Khropot O., Konechna R., Novikov V. <i>In silico</i> as an important element in industrial pharmaceutical biotechnology	260
Rozin B. M., Kovalyov M. Y., Guschinsky N. N. Minimizing the number of depot charging stations for electric buses of several routes.....	262

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ЛОГИСТИКЕ И СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЕ
ІТІ*2019**

Тезисы докладов X Международной научно-технической конференции

Ответственный за выпуск С. С. Мойсейчик

Подписано в печать 29.04.2019. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная. Ризография.
Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 15,6. Уч.-изд. л. 19,5. Тираж 110 экз. Заказ 5.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Государственное научное учреждение «Объединенный институт проблем
информатики Национальной академии наук Беларуси».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изда-
ний № 1/274 от 04.04.2014.
Ул. Сурганова, 6, 220012, Минск.