

Материалы секций

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
НЕФТЕГАЗОВОЙ ИНДУСТРИИ**



10-20 апреля 2022
НОВОСИБИРСК

СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

МНСК-2022

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
•
ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НЕФТЕГАЗОВОЙ ИНДУСТРИИ

Материалы
60-й Международной научной студенческой конференции

10–20 апреля 2022 г.

Новосибирск
2022

УДК 004
ББК 32.81
И741

И741 Информационные технологии. Цифровые технологии нефтегазовой индустрии : Материалы 60-й Междунар. науч. студ. конф. 10–20 апреля 2022 г. / Новосиб. гос. ун-т. — Новосибирск : ИПЦ НГУ, 2022. — 228 с.

ISBN 978-5-4437-1302-1

Данное издание представляет собой публикации тезисов 60-й Международной научной студенческой конференции 2022 г. (МНСК-2022) по информационным технологиям и цифровым технологиям нефтегазовой индустрии.

Материалы конференции представляют интерес для студентов, аспирантов, преподавателей, научных работников, сотрудников образовательных учреждений.

**УДК 004
ББК 32.81**

ISBN 978-5-4437-1302-1

© СО РАН, 2022
© Новосибирский государственный университет, 2022

SIBIRIAN BRANCH OF RAS
MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION
OF THE RUSSIAN FEDERATION
NOVOSIBIRSK STATE UNIVERSITY

ISSC-2022

INFORMATION TECHNOLOGY
•
DIGITAL TECHNOLOGIES OF THE OIL AND GAS INDUSTRY

Proceedings
of the 60th International Scientific Student Conference

April, 10–20, 2022

Novosibirsk
2022

УДК 004
ББК 32.81
И741

И741 Information technology. Digital technologies of the oil and gas industry : Proceedings of the 60th International Scientific Student Conference. April, 10–20, 2022 / Novosibirsk State University. — Novosibirsk : IPC NSU, 2022. — 228 p.

ISBN 978-5-4437-1302-1

This edition represents the publications of the 60th International Scientific Student Conference 2022 (ISSC-2022) theses in Information technology, Digital technologies of the oil and gas industry.

These Conference materials can be of interest for students, Ph.D. candidates, professors, scientists, and members of educational institutions.

УДК 004
ББК 32.81

ISBN 978-5-4437-1302-1

© SB RAS, 2022

© Novosibirsk State University, 2022



ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Председатель секции — канд. техн. наук *Б. Н. Пищик*

Ответственный секретарь секции — *М. А. Держо*

Экспертный совет секции

канд. физ.-мат. наук *Д. С. Мигинский*

канд. физ.-мат. наук *Е. С. Черемушкин*

канд. техн. наук *А. А. Власов*

канд. физ.-мат. наук *Т. В. Батура*

канд. техн. наук *Ю. А. Загоруйко*

канд. физ.-мат. наук *Е. А. Сидорова*

канд. физ.-мат. наук *С. Р. Шакиров*

канд. техн. наук *С. С. Журавлев*

канд. техн. наук *М. С. Тарков*

канд. техн. наук *Ю. Г. Медведев*

канд. физ.-мат. наук *Д. А. Мигов*

д-р физ.-мат. наук *Д. Е. Пальчунов*

д-р филос. наук, канд. биол. наук *А. Н. Савостьянов*

канд. физ.-мат. наук *Г. Э. Яхъяева*

канд. техн. наук *В. И. Соловьев*

д-р экон. наук *Н. Л. Казначеева*

канд. экон. наук *А. В. Костин*

канд. техн. наук *К. Ф. Лысаков*

И. Г. Таранцев

канд. физ.-мат. наук *Л. В. Городняя*

Н. А. Иванчева

Т. А. Андреева

Р. А. Пермяков

канд. техн. наук *А. В. Иванов*

В. В. Селифанов

Д. В. Иртегов

К. В. Голосов

канд. физ.-мат. наук *В. К. Шестаков*

INFORMATION TECHNOLOGY

Section head — Cand. Tech. Sci. *B.N. Pischik*

Responsible secretary — *M.A. Derzho*

Section scientific committee

Cand. Phys.-Math. Sci. *D.S. Miginskiy*
Cand. Phys.-Math. Sci. *E.S. Cheryomushkin*
Cand. Tech. Sci. *A.A. Vlasov*
Cand. Phys.-Math. Sci. *T.V. Batura*
Cand. Tech. Sci. *Yu. A. Zagorulko*
Cand. Phys.-Math. Sci. *E.A. Sidorova*
Cand. Phys.-Math. Sci. *S.R. Shakirov*
Cand. Tech. Sci. *S.S. Zhuravlev*
Cand. Tech. Sci. *M.S. Tarkov*
Cand. Tech. Sci. *Yu. G. Medvedev*
Cand. Phys.-Math. Sci. *D.A. Migov*
Dr Phys.-Math. Sci. *D.E. Palchunov*
Dr Phylos. Sci., Cand. Biol. Sci. *A.N. Savost'yanov*
Cand. Phys.-Math. Sci. *G.E. Yakh'yaeva*
Cand. Tech. Sci. *V.I. Solev'ev*
Dr Econ. Sci. *N.L. Kaznacheeva*
Cand. Econ. Sci. *A.V. Kostin*
Cand. Tech. Sci. *K.F. Lysakov*
I. G. Tarantsev
Cand. Phys.-Math. Sci. *L. V. Gorodnyaya*
N.A. Ivancheva
T.A. Andreeva
R.A. Permyakov
Cand. Tech. Sci. *A.V. Ivanov*
V.V. Selifanov
D.V. Irtegov
K.V. Golosov
Cand. Phys.-Math. Sci. *V.K. Shestakov*

ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ И КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 519.7

Оценки сложности реализации гибридной квантовой атаки на постквантовые криптосистемы, основанные на решетках

А. О. Бахарев

Новосибирский государственный университет
Лаборатория криптографии JetBrains Research

В 2016 г. Национальный институт стандартов и технологий (США) объявил конкурс *Post-Quantum Cryptography Competition*, по завершении которого будет принят новый, квантово-устойчивый стандарт асимметричного шифрования. 22 июля 2020 г. начался финальный этап конкурса, участниками которого являются криптосистемы, основанные на теории решеток и кодов.

Одна из задач в теории решеток — задача нахождения кратчайшего вектора (SVP), которая заключается в нахождении в заданной решетке вектора, имеющего наименьшую длину. Стойкость систем, основанных на решетках, зависит от эффективности решения SVP, так как большинство известных атак сводится к решению этой проблемы. Перспективными являются разработка и анализ квантовых алгоритмов, которые позволяют ускорить решение данной задачи. В [1] представлен гибридный квантово-классический подход к поиску кратчайшего вектора решетки на основе GaussSieve [2] — одного из самых эффективных классических алгоритмов.

В настоящей работе построен и проанализирован квантовый оракул из алгоритма Гровера для реализации гибридного квантово-классического алгоритма на основе GaussSieve, который может быть использован для атак на криптосистемы, стойкость которых зависит от решения задачи SVP. Также получено следующее утверждение.

Утверждение: Пусть имеется список из алгоритма GaussSieve длины K , состоящий из целочисленных векторов размерности d , каждая координата которых кодируется битовой строкой длины m . Тогда для реализации квантового оракула из алгоритма Гровера потребуется не более $\log_2 K + Kdm + K + 18dm^2 - 33dm + 6d^2 + 25d + 2m + 4$ кубит. Глубина схемы не превосходит $3^{\log_2 K} + Kdm + 33dm^2 - 67dm + 15d^2 + 35d - 2m + 19$.

Работа выполнена при поддержке лаборатории криптографии JetBrains Research.

1. Laarhoven T., Mosca M. and van de Pol J. Finding shortest lattice vectors faster using quantum search // Des. Codes Cryptogr. 2015. Vol. 77. P. 375–400.
2. Micciancio D., Voulgaris P. Faster exponential time algorithms for the Shortest Vector problem // 21st Ann. ACM Symp. Discrete Algorithms. 2010. P. 1468–1480.

Научные руководители —
канд. физ.-мат. наук А. В. Куценко, канд. физ.-мат. наук Н. Н. Токарева

Концептуальная модель автоматизированной информационной системы допуска к государственной тайне

В. В. Губарев

Краснодарское высшее военное училище
им. генерала армии С. М. Штеменко

В настоящее время происходит активное внедрение информационных технологий во все сферы деятельности органов государственного управления, но остаются процессы, которых «цифровизация» практически не затронула. Такими являются процессы, протекающие в системе допуска к государственной тайне (СДГТ), которая представляет собой совокупность структурных подразделений организации и взаимодействующих органов государственной власти, а также выполняемого ими комплекса организационно-технических мероприятий, направленных на исключение несанкционированного ознакомления граждан со сведениями, составляющими государственную тайну (ССГТ).

Существуют многочисленные программные средства, автоматизирующие многие из этих процессов. Но проведенный анализ показал, что по ряду причин они не обеспечивают требуемую эффективность функционирования СДГТ, что обуславливает актуальность проводимых исследований. Решение данной задачи возможно за счет создания автоматизированной информационной СДГТ (АИСДГТ), основой которой является концептуальная модель, описывающая все сущности рассматриваемой системы и связи между ними.

В работе предложена концептуальная модель АИСДГТ, функционирование которой осуществляется в едином информационном пространстве взаимодействия заинтересованных подразделений организации, органа безопасности и медицинского учреждения. Создание АИСДГТ позволит:

- 1) уменьшить время на оформление (переоформление) допуска к ГТ, доступ граждан к ГТ, выявление обстоятельств, служащих основанием для прекращения допуска (доступа) граждан к ГТ;
- 2) повысить оперативность и обоснованность принимаемых решений по ограничению прав граждан на выезд за пределы Российской Федерации, оперативно пересматривать уже принятые решения (сроки ограничений) при изменении Перечня сведений, подлежащих засекречиванию;
- 3) упростить учет осведомленности граждан в ССГТ;
- 4) упростить установление (изменение) надбавок за работу со ССГТ.

АИСДГТ можно использовать в качестве инструмента для обучения специалистов в области защиты ГТ.

Научный руководитель — д-р техн. наук, проф. И. Д. Королев

УДК 004.932.72

Использование RS-анализа в стеганографии

Э.Н. Дайырбаева

Академия логистики и транспорта, Алматы, Казахстан

Одна из целей данной работы — проведение стегоанализа методов стеганографии, использующих алгоритмы интерполяции.

Стеганография — это искусство секретного общения. Главная цель стеганографии заключается в том, чтобы скрыть сам факт наличия связи с помощью встраивания сообщений в простые на вид объекты, которые называют контейнерами. В исследованиях в качестве контейнеров используются файлы текста, аудио, видео, изображения и исполняемые файлы (программы).

Для безопасной передачи данных перед встраиванием сообщение шифруется с помощью соответствующего алгоритма шифрования данных. Для обратного процесса получения сообщения из стегоконтейнера используется алгоритм извлечения информации, который тесно связан с соответствующим алгоритмом внедрения.

Система, организующая передачу секретных данных, называется стегосистемой. Обнаружение наличия скрытой передачи данных, оценка длины секретного сообщения и его извлечение принадлежат к области стегоанализа.

В стеганографии наибольшее распространение получили методы внедрения в изображение. Любая картинка представляется как матрица пикселей, каждый из которых имеет цвет. В данной статье для внедрения информации в изображения использовали метод LSB.

В работе мы проводим исследование с помощью RS-анализа, который служит для обнаружения LSB-встраивания и использует чувствительный метод двойной статистики, полученной из пространственных корреляций в изображениях.

Программные эксперименты проводятся в системе Python.

Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (грант № AP08857179)

Научный консультант — PhD, доц. А.Ж. Тойгожинова

Научный руководитель — PhD, доц. А.С. Еримбетова

S-блоки от малого числа переменных, устойчивые к различным видам атак

Д. А. Зюбина

Новосибирский государственный университет
Лаборатория криптографии JetBrains Research

Одна из основных разновидностей блочных шифров — подстановочно-перестановочная сеть, которая является комбинацией подстановок (S-блоков) и перестановок (P-блоков). S-блок — отображение из множества двоичных векторов длины n в себя. Для того чтобы шифр был достаточно устойчив к различным видам атак, необходимо, чтобы S-блок имел определенные криптографические свойства. Как правило, различные криптографические свойства противоречат друг другу [1], поэтому следует найти функцию, которая обладала бы достаточно хорошими показателями по каждому критерию. В данной работе S-блок представлен в виде векторной булевой функции $F_\pi(x) = (f(x), f(\pi(x)), f(\pi^2(x)), \dots, f(\pi^{n-1}(x)))$, где f — булева функция от n переменных, π — перестановка n элементов. Изучены криптографические свойства F_π (такие как алгебраическая степень, нелинейность, дифференциальная δ -равномерность, уравновешенность) в зависимости от свойств f и перестановки π при малых значениях n . Также были получены полные множества булевых и векторных булевых функций с максимальной алгебраической иммунностью от малого числа переменных n .

Алгебраической иммунностью $AI(f)$ булевой функции f называется минимальное число d такое, что существует булева функция g степени d , не тождественно равная нулю, для которой выполняется равенство $fg = 0$ или $(f \oplus 1)g = 0$. Для функции f от n переменных максимально возможное $AI(f) = \frac{n}{2}$. Компонентной алгебраической иммунностью

$AI_{comp}(F)$ векторной булевой функции называется минимальная алгебраическая иммунность ее компонентных функций, т. е. функций $f_b(x) = b \cdot F(x)$, где $b \in \mathbb{Z}_2^n, b \neq 0$ и $a, b = a_1 b_1 \oplus \dots \oplus a_n b_n$ — скалярное произведение векторов по модулю 2.

Утверждение 1. Существует в точности 18 842 620 булевых функций от 5 переменных с максимальной алгебраической иммунностью $AI(f) = 3$, на основе которых построенная векторная булева функция F_π также принимает максимальную компонентную алгебраическую иммунность.

В результате на основе полученных данных возможно построение S-блока, устойчивого к различным видам атак.

Работа выполнена при поддержке лаборатории криптографии JetBrains Research.

1. Cusic T. W., Stanica P. Cryptographic Boolean Functions and Applications. USA: Acad. Press. Elsevier, 2009.

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук Н. Н. Токарева

УДК 004.492.2, 004.056.53

**Исследование проблемы
безопасности контейнеров на примере gVisor.
Возможности реализации алгоритмов gVisor в Linux**

Н. В. Кокунина

Новосибирский государственный университет

Контейнеризация — это метод виртуализации на уровне операционной системы. Контейнеры обеспечивают изоляцию приложения (например, приложения в контейнерах не видят процессы хоста), но она оказывается слабее изоляции виртуальных машин, поскольку контейнеры запускаются на одной операционной системе. Из-за этого возникает уязвимость *container escaping* — ситуация, при которой из контейнера становится возможным компрометация хоста, например получение доступа ко всем данным основной операционной системы или влияние на работу других приложений.

Область атак на контейнер обширна. Один из вариантов — уязвимости, связанные с багами ядра. Существует конкретное решение против подобного типа атак — программное обеспечение gVisor. Его основное предназначение — создание из контейнера «песочницы», в которой можно было бы безопасно исполнять приложения. Это достигается с помощью перехватов системных вызовов и исполнения их в пользовательском пространстве. Поскольку перехват реализован с помощью ptrace, возникают огромные накладные расходы на переключение контекста процессов, что приводит к снижению производительности приложений в контейнере. Цель исследования — выяснить, возможно ли исправить данную проблему или создать на основе gVisor более оптимальное решение. Для этого был проанализирован исходный код gVisor и изучена доступная документация.

В докладе будут представлены текущие результаты исследования.

Научный руководитель — канд. техн. наук С. Б. Лемешко

УДК 004.056.53

Применение переключения режимов исполнения процессорной архитектуры x86 для затруднения анализа программного кода

Р. К. Лебедев

Новосибирский государственный университет

Декомпиляторы и средства символьного исполнения программ значительно упрощают процесс обратной разработки, позволяя эффективнее исследовать устройство проприетарных программ, что может повлечь нарушение авторского и патентного законодательства. Это делает защиту от вышеуказанных инструментов актуальной задачей.

Одной из наиболее популярных процессорных архитектур на сегодняшний день является x86-64, обладающая широкими возможностями обратной совместимости. Среди них присутствует и возможность исполнения 32-битного кода для обеспечения совместимости со старыми 32-битными программами, причем операционные системы Linux и Windows позволяют динамическое переключение в 32-битный режим и обратно из 64-битного процесса.

Цель данной работы — исследование применений динамического переключения режимов x86 для противодействия инструментам обратной разработки.

Среди возможностей, предоставляемых 32-битным режимом x86, были изучены устаревшие инструкции, недокументированные особенности этих инструкций, а также несоответствия между машинным кодом разных режимов.

В ходе работы были предложены различные методы обфускации, влекущие неработоспособность инструментов обратной разработки или их некорректную работу. Содержащий эти методы прототип был реализован на уровне преобразования ассемблерного кода, что позволяет использовать его с различными компиляторами, использующими внешний ассемблер, например GCC — компилятор языков Си и C++.

В результате работы было установлено, что предложенный метод эффективен против декомпиляторов IDA и Ghidra, а также инструмента символьного исполнения Angr. Более того, в рамках одного из методов обфускации удалось достичь вывода ложного кода обоими декомпиляторами, что является более перспективным результатом для противодействия обратной разработке, чем их явно заметная неработоспособность.

Научный руководитель — д-р техн. наук, доц. К. В. Павский

УДК 004.056.5

Разработка обфускатора исходного кода языков C и C++ с использованием компилятора Clang

И. А. Матеюк

Новосибирский государственный университет

Появление первых средств для декомпиляции, дизассемблирования, а также отладки программ породило множество проблем, связанных с реверс-инжинирингом программного обеспечения, например нарушение авторских прав. С тех пор инструменты для анализа и модификации стали только эффективнее и проще в использовании, что снизило требования к квалификации потенциальных злоумышленников. Один из основных и наиболее результативных методов борьбы с обратной разработкой программ называется обфускацией.

Обфускация — это преднамеренное сокрытие программного кода путем его запутывания с сохранением работоспособности и функциональности. Обычно в процессе работы обфускаторы генерируют файл с машинным кодом. В рамках данной работы создавался обфускатор source-to-source, такой подход имеет преимущества в виде возможности использования для любой платформы и независимости от компиляторной инфраструктуры.

Цель данной работы — создание обфускатора C/C++, использующего подход source-to-source, имеющего открытый исходный код и реализующего методы обфускации данных и потока управления программы.

Для решения этой задачи был использован фронтенд LLVM — Clang, который позволяет строить абстрактное синтаксическое дерево из исходного кода на языках C/C++. Для трансформации программ была выбрана библиотека для создания автономных инструментов на основе Clang — LibTooling. В качестве методов обфускации было использовано внедрение непрозрачных предикатов на базе недоказанных математических гипотез и разработан поточный шифр на основе хеш-функций для шифрования строковых литералов.

Основным результатом данной работы является обфускатор source-to-source языков C и C++ на основе компилятора Clang и библиотеки LibTooling. Обфускатор был протестирован на кросс-платформенность и эффективность противодействия декомпиляторам, показав положительный результат.

Научный руководитель — канд. техн. наук Б. Н. Пищик

Вычисление разностных характеристик и их максимумов для ARX-схем

А. С. Мокроусов

Новосибирский государственный университет

ARX — один из современных подходов к построению криптографических алгоритмов, основанный на использовании только трех операций: сложения по модулю 2^n (далее просто «сложение», \boxplus), побитового «исключающего или» (\oplus) и циклического сдвига битов (\gg). Хорошие шифры должны быть стойкими к различным видам криптоанализа, в частности к разностному криптоанализу. Это один из основных статистических методов, основанный на исследовании того, в какие разности шифртекстов могут переходить разности открытых текстов. Важным шагом при реализации метода является вычисление **разностных характеристик** и их максимальных значений. Эти характеристики для базовых операций определяются следующими способами:

$$\begin{aligned} xdp^{\boxplus}(\alpha, \beta, \gamma) &= \frac{\#\{(x, y) \in \mathbb{Z}_2^n \mid [(x \oplus \alpha) \boxplus (y \oplus \beta)] = \gamma \oplus (x \boxplus y)\}}{2^n 2^n} \\ adp^{\oplus}(\alpha, \beta, \gamma) &= \frac{\#\{(x, y) \in \mathbb{Z}_2^n \mid [(x \boxplus \alpha) \oplus (y \boxplus \beta)] = \gamma \boxplus (x \oplus y)\}}{2^n 2^n} \end{aligned}$$

Одним из универсальных путей вычисления разностных характеристик некоторого преобразования является аппарат S-функций [1], который позволяет вычислить разностную характеристику как произведение специальных матриц, построенных на основании рассматриваемого преобразования. Однако алгоритмическое применение данного подхода для композиций операций, например $f(x_1, \dots, x_k) = x_1 \boxplus \dots \boxplus x_k$, не позволяет получить аналитические выражения для этих матриц. В работе предложен способ перехода к «расширенным» матрицам с простым аналитическим выражением.

Также были найдены n максимальных значений adp^{\oplus} :

Теорема 1. Пусть (p_1, \dots, p_n) — n максимальных значений $adp^{\oplus}(\alpha, \beta, \gamma)$, $\alpha, \beta, \gamma \in \mathbb{Z}_2^n$ в порядке убывания. Тогда $p_1 = 1, p_i = p_{i-1} - \frac{1}{2 \times 4^{i-2}}$.

Отметим, что дополнительно к теореме 1 найдены все значения α, β, γ , для которых $adp^{\oplus}(\alpha, \beta, \gamma) = p_i$.

Работа выполнена при поддержке лаборатории криптографии JetBrains Research.

1. Mouha N. et al. The differential analysis of S-functions // Int. Workshop Sel. Areas Cryptography. Springer, Berlin, Heidelberg, 2010. С. 36–56.

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук Н. А. Коломеец

УДК 519.7

Разработка инструмента для сокрытия информации в исполняемом коде

В. С. Никифоров

Институт нефтегазовой геологии и геофизики
им. А. А. Трофимука СО РАН, Новосибирск
Новосибирский государственный университет

В современном мире часто случаются утечки программного обеспечения (например, приватные бета-версий), в связи с чем остро стоит проблема защиты от подобных угроз. Одним из возможных способов решения является добавление водяных знаков (скрытая в исполняемом файле информация).

Некоторые инструкции ассемблера могут иметь альтернативные записи в машинном коде. Их использование позволяет получить множество разных исполняемых файлов, имеющих одинаковый ассемблерный листинг. Неоднозначность можно использовать для, например, сокрытия вышеупомянутых водяных знаков.

Задача работы — создание инструмента для сокрытия информации в исполняемом файле с заменой машинного кода инструкций языка ассемблера x86-64 без изменения листинга.

В статье Hydan [1] описаны подходы сокрытия информации, применяющие инструкции с альтернативными записями, имеющими одинаковую длину. Программа steg86 [2] позволяет скрыть какую-либо строку в исполняемом файле, а затем извлечь, но использует всего один способ, заключающийся в замене порядка аргументов у схожих инструкций. Так как подходы из статьи Hydan и программы steg86 являются широко известными, было принято решение исследовать новые.

Результатом работы является инструмент на языке программирования Python, позволяющий компилировать исполняемые файлы с водяным знаком. Программа работает в качестве ассемблера и может быть реализована с компиляторами, использующими ассемблер, такими как GCC.

Применяя разработанный инструмент, пользователь имеет возможность закодировать определенную строку в исполняемом файле с помощью альтернативных записей инструкций в машинном коде как одинаковой, так и различной длины. Одна инструкция позволяет скрыть \log_2 (количество записей в машинном коде) бит информации.

1. El-Khalil R., Keromytis A. D. Hydan: Hiding information in program binaries // Int. Conf. Inf. Commun. Security. Springer, Berlin, Heidelberg, 2004, oct. P. 187–199.
2. GitHub — woodruffw/steg86: Hiding messages in x86 programs using semantic duals. URL: <https://github.com/woodruffw/steg86>.

Научные руководители — канд. техн. наук А. А. Власов, Р. К. Лебедев

УДК 519.7+004.056.55

Разработка алгоритма поиска гарантированного числа активаций в криптографических XS-схемах и его использование в задачах построения шифров

Д. Р. Парфенов^{1,2}, А. О. Бахарев^{1,2}, А. Р. Белов³, Н. Д. Атутова^{1,2}

¹Новосибирский государственный университет

²Лаборатория криптографии JetBrains Research

³Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова

XS-схемы используются как удобное представление криптографических примитивов определенного вида, позволяющее выражать их криптографические свойства средствами линейной алгебры. С помощью XS-схем может быть представлено большое количество различных блочных шифров. Гарантированное число активаций является важной криптографической характеристикой, позволяющей получить оценку стойкости криптографического примитива на основе XS-схем к разностному криптоанализу [1].

В данной работе предложен подход к оптимизации существующего алгоритма поиска гарантированного числа активаций в XS-схемах с помощью метода ветвей и границ, а также анализа специальных матриц размерности $(n + t) \times 2t$, характеризующих t раундов применения XS-схемы размерности n [2]. Предлагаемый алгоритм был реализован и по сравнению с оригинальным вариантом дал кратный прирост производительности.

Утверждение: Пусть $t > n$, тогда $(2(n + k) + 1)$ -й столбец матрицы, характеризующей XS-схему, линейно зависим от предыдущих $2n$ столбцов, $0 \leq k < (t - n)$.

С помощью оптимизированной версии алгоритма был произведен перебор XS-схем размерности n , $2 \leq n \leq 7$, на основе которого выдвинуто несколько гипотез относительно структуры XS-схем, обладающих минимальными и максимальными гарантированными числами активации.

Работа выполнена при поддержке лаборатории криптографии JetBrains Research.

1. Агиевич С. В. XS-circuits in block ciphers // Матем. вопр. криптогр. 2019. № 10 (2). С. 7–30.
2. Агиевич С. В. On the guaranteed number of activations in XS-circuits // Матем. вопр. криптогр. 2021. № 12 (2). С. 7–20.

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук А. В. Куценко

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СИСТЕМЫ

УДК 004.4'2

Разработка модуля визуализации структуры программ для WebIDE языка роST

А. А. Абраменко

Институт автоматизации и электрометрии СО РАН, Новосибирск

Существует несколько моделей разработки программного обеспечения. Одна из самых популярных — итерационная — предполагает создание и поддержание текущей рабочей документации, в частности построение различных диаграмм по исходному коду. Также подобная необходимость возникает при реверсивном инжиниринге и создании новых версий существующего программного продукта, так как диаграммы позволяют наглядно описать программу в выходной документации.

В рамках промышленной автоматизации, в том числе для процесс-ориентированного языка роST, актуален вопрос разработки средств анализа исходного кода программ. В текущих проектах анализ исходного кода делается вручную, и в силу этого обстоятельства создаваемая документация может содержать ошибки. В связи с этим для роST актуальна задача автоматизации процесса создания графической документации, а именно диаграмм, по исходному коду.

Цель работы — разработка модуля визуализации структуры программ на языке роST.

Для достижения цели был проведен анализ предметной области, определены типы генерируемых диаграмм и формат их представления. Для дальнейшего тестирования был разработан транслятор для программ на языке Reflex в язык роST. Далее планируется реализация визуализатора по спроектированной архитектуре и его апробация на программах, полученных с применением транслятора Reflex-роST.

Научный руководитель — д-р техн. наук, доц. В. Е. Зюбин

Имитационная модель функционирования большемасштабных вычислительных систем для расчета показателей надежности

Б. Абуов

Новосибирский государственный университет

Разработка масштабируемых вычислительных систем (ВС) является одним из направлений развития высокопроизводительных вычислительных средств обработки информации, обусловленных потребностями практики. Например, кластерные ВС составляют 93 % суперкомпьютеров списка Top500. Количество элементарных машин (ЭМ, например, узлы) в современных суперкомпьютерах и масштабируемых вычислительных системах измеряется десятками тысяч и более, а элементная база близка к предельной. Например, система Fugaku (1-е место в 58-й редакции Top500) состоит из 158 976 вычислительных узлов. К таким системам предъявляются повышенные требования к надежности и живучести. В силу своей большемасштабности наличие отказов в таких системах становится проблемой. Обладая ограниченной надежностью, вычислительные системы должны выполнять свои функции по решению задач, несмотря на наличие отказов в системе. Поэтому для масштабируемых вычислительных систем актуальным становится организация и анализ потенциальных возможностей.

Классическими средствами анализа стали методы теории массового обслуживания (ТМО), случайных процессов, имитационного моделирования. В работе рассматриваются масштабируемые вычислительные системы с отказами и полным восстановлением отказавших ЭМ как объект стохастический. В рамках ТМО изучена математическая модель, формализованная системой уравнений для вероятностей состояний системы отказавших машин, где под входящим потоком понимаются отказы с заданной интенсивностью, а полное восстановление системы описывается исходящим потоком. Рассмотрены аналитические решения для пуассоновских потоков. Цель данной работы — реализовать имитационную модель, отражающую выше представленную математическую модель, но с функциями распределения времени между отказами, определенными статистикой отказов высокопроизводительных систем.

В работе представлена имитационная модель для расчета показателей надежности масштабируемых ВС с отказами и полным восстановлением. В данной модели время между отказами моделируется согласно распределению Вейбулла. Выполнены расчеты для среднего числа отказавших машин и соответствующей дисперсии. Показано, как соотносятся полученные результаты с аналитическими решениями для пуассоновских потоков.

Научный руководитель — д-р техн. наук, доц. К. В. Павский

УДК 004.4'2

Разработка методов администрирования для Web-IDE RIDE 2.0

В. В. Бондарчук

Институт автоматики и электрOMETрии СО РАН, Новосибирск

В ИАиЭ разрабатываются процесс-ориентированные языки, которые доказали свою практическую эффективность. Они позволяют автоматизировать индустриальные процессы, автоматы, станки и другое оборудование. Один из таких языков — процесс-ориентированный язык Reflex с Си-подобным синтаксисом. В настоящий момент разрабатывается Web-IDE RIDE 2.0 для языка Reflex, которая обеспечивает возможности групповой разработки и масштабирования вычислительной мощности. Разработка ведется на основе стека технологий Eclipse Theia. Однако управление пользователями (их регистрация, менеджмент рабочего пространства и т. д.) не обеспечивается функциональностью Eclipse Theia. Поэтому возникла необходимость разработки методов администрирования для Web-IDE RIDE 2.0.

Цель данной работы — разработка методов администрирования пользователей в Web-IDE RIDE 2.0, а также создание и реализация алгоритмов для управления проектами.

В ходе работы был развернут и настроен кластер Kubernetes с использованием инструмента Minikube. На этом кластере была установлена платформа Eclipse Che, которая обеспечивает авторизацию и аутентификацию пользователей, а также позволяет создавать новые рабочие пространства.

В течение тестирования кластера была выявлена проблема подключения к развернутому кластеру и нужному пространству с удаленной машины. На данный момент выполняется анализ данных проблем и разработка методов решения проблем. В дальнейшем планируется создание скрипта для автоматической установки и настройки кластера, а также введение функции для совместной разработки.

Научный руководитель — канд. техн. наук Т. В. Лях

Перспективы развертки Kubernetes кластера на Alt Linux

А. М. Бородин

Новосибирский государственный университет

Kubernetes — инструмент оркестрирования с открытым исходным кодом. Он используется многими компаниями по всему миру для развертки приложений в облаке.

Alt Linux — набор открытых дистрибутивов Linux российского производства. Различия дистрибутивов заключается в круге решаемых задач, комплектации программного обеспечения и дизайне.

Сейчас российские компании переходят на отечественное программное обеспечение, так как государство нацелено на технологическую независимость. Из-за растущей популярности Kubernetes возникает необходимость проверки работоспособности его на Alt Linux.

Цель данной работы — изучение перспектив развертки Kubernetes кластера на Alt Linux. Был установлен кластер Kubernetes на нескольких машинах с Alt Linux. Затем были проведены эксперименты для анализа функциональности кластера.

После анализа результатов экспериментов сделан вывод о целесообразности использования Kubernetes кластера на Alt Linux.

Научный руководитель — канд. техн. наук С. Б. Лемешко

УДК 004.422.833

Разработка модуля автоматической сверки накладных по поставкам для факторинговой платформы на базе технологии блокчейн

А. С. Валькова

Институт математики им. С. Л. Соболева СО РАН, Новосибирск
Новосибирский государственный университет

На сегодняшний день набирает популярность такой источник финансирования бизнес-проектов, как факторинг. Факторинг — это совокупность финансовых услуг для производителей товаров, ведущих торговую деятельность с магазинами на условиях отсрочки магазином платежа производителю. На данный момент участники факторингового процесса сталкиваются с тем, что факторинговые операции между поставщиками и их клиентами — это обычно десятки тысяч накладных на товары и миллиарды рублей денежных средств, и все это обрабатывается телефонной связью, электронной почтой и бумажным документооборотом.

Цель данной работы — разработка модуля уступки права требования денежных средств и автоматической сверки накладных по поставкам для факторинговой платформы на базе технологии блокчейн.

В результате выполнения задач по достижению поставленной выше цели проведен анализ существующих решений факторинговых платформ в мировой практике, выявлены минусы этих платформ. Сформулированы требования к платформе в целом и к разрабатываемому модулю на основе выявленных минусов рассмотренных платформ. Платформа реализована на базе приватного блокчейна. В реализации модуля уступки права требования денежных средств и автоматической сверки накладных по поставкам упрощен процесс загрузки накладных по поставкам в модуль и их сверка путем токенизации товаров.

Модуль был развернут в качестве компонента факторинговой платформы в тестовой блокчейн-платформе ПАО «Сбербанк», предназначенной для аккумуляции блокчейн-сервисов и настройки взаимодействия между ними. Это позволило упростить процессы сверки накладных по поставкам путем обмена токенизированными товарами вместо электронных накладных, а использование технологии приватного блокчейна обеспечило полную конфиденциальность информации участников факторинговых процессов.

Научные руководители — канд. физ.-мат. наук, доц. В. Я. Блощицын, П. А. Сазонова

УДК 004.02:616-08:612.1/2

Исследование волновой структуры кардиореспираторного взаимодействия в процессе биоуправления с использованием алгоритма фазовой синхронизации

Д. А. Войтов

Новосибирский государственный университет

Метод кардиореспираторного биоуправления (БОС) направлен в первую очередь на развитие навыков релаксационного дыхания, в его основе лежит оптимизация соотношения между фазами «вдох — выдох», при котором обеспечивается наилучшее снабжение организма кислородом, а для осуществления дыхательного цикла затрачиваются наименьшие усилия с точки зрения энергозатрат. Этот показатель в сессии БОС обычно контролируют по длительности кардиоинтервалов. Метод активно используют для медико-психологической реабилитации постковидных нарушений.

Эффективность данного метода может зависеть от степени фазовой синхронизации волн дыхания и сердцебиения. Данная гипотеза проверялась в эксперименте на животных [1]. Однако методика данной работы включала внедрение в организм кардиостимулятора, управляющего сердечным ритмом, а также прибора, измеряющего газообмен в альвеолах собак. Такой метод невозможно использовать на людях. Для исследования фазовой синхронизации кардио- и респираторного циклов человека необходимо использовать неинвазивные методы. Одним из них является кардиореспираторное биоуправление. Цель настоящего исследования — создание удобного инструмента для реализации данного метода. В контексте нашей работы поставлена задача написать на Qt с++ кросс-платформенное приложение, включающее алгоритм синхронизации при кардиореспираторной БОС.

Для проведения исследования необходимо регистрировать сигналы дыхания и ЭКГ пациента. При помощи программы из ЭКГ выделяются моменты времени R-зубцов, и по ним строится новый сигнал с волновой структурой — хронокардиограмма. Для достижения эффекта фазовой синхронизации полученной волны с дыханием следует плавно подводить пациента к нужному паттерну дыхания. Для этого в программе предусмотрен драйвер дыхания — интерфейсное решение, подсказывающее пациенту структуру дыхательного цикла.

На данный момент ведется разработка алгоритма программы, модифицирующей кардиореспираторный БОС, для последующей проверки на пациентах. В будущем написанный интерфейс позволит врачам индивидуально настраивать кардиореспираторный БОС в автоматизированном режиме.

1. Lehrer Paul M., Gevirtz Richard. Heart rate variability biofeedback: how and why does it work? // Front Psychology. 2014. Vol. 5, № 726. P. 1–9.

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук, доц. О. А. Джафарова

УДК 004.41

Реинжиниринг мобильного приложения организации удобного доступа к услугам для людей с ОВЗ

Н. А. Воробьев, А. М. Гудов, У. Каба, А. И. Сергеев

Кемеровский государственный университет

С каждым годом общая тенденция реализации программного обеспечения для смартфонов, планшетов и иных мобильных устройств только возрастает. Это связано с их эргономикой и достаточной вычислительной мощностью для решения различного рода конкретных задач. Помимо наличия новостей и прочей информации, некоторые мобильные приложения нацелены на стирание грани между людьми с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и остальным миром. Для этого создаются приложения, которые либо транслируют звуковое сообщение, либо предлагают социальные услуги, либо содержат информацию для реабилитации и поддержания здоровья.

В Кемеровской области насчитывается более 200 тыс. человек с ОВЗ [1]. Среди этой группы населения можно выделить категорию инвалидов, лишь 15 % из которых отмечают достаточное количество возможностей для реализации своей роли в виде полноценного члена общества. Однако даже после создания всех условий люди с ОВЗ могут не узнать о предлагаемых форматах участия в общественной жизни. Разработка мобильных приложений для организации удобного доступа к предоставляемым услугам для людей с ОВЗ — один из актуальных инструментов их социализации.

В [2] было рассмотрено мобильное приложение организации удобного доступа к услугам для людей с ОВЗ. Однако каждое мобильное решение устаревает с момента выхода на рынок. Тем самым пользователи привыкают к данным изменениям. Если это мобильное приложение разработано для людей с ОВЗ, оно устаревает особенно быстро в связи с изменениями окружающих таких людей условий, не соответствует их привычкам, пользовательскому уровню и т. д. Проблема соответствия новому пользовательскому опыту по-прежнему является крайне актуальной.

Для эффективного реинжиниринга упомянутого приложения составлены требования к обновленному мобильному приложению и серверной логике, выбраны следующие инструменты разработки: React-Native [3] для создания кросс-платформенной разработки приложения, NestJS [4] — фреймворк для написания серверной логики и MongoDB [5] в качестве базы данных.

На данный момент в мобильном приложении реализованы следующие особенности: авторизация, регистрация, запись на услуги и просмотр профиля. В серверной логике созданы аналогичные особенности.

1. Численность инвалидов по причинам инвалидности в разрезе субъектов РФ. URL: <https://sfri.ru/analitika/chislennost> (дата обращения: 21.01.2022).

2. Мобильное приложение организации удобного доступа к услугам для людей с ОВЗ / Воробьев Н. А., Ефимова А. М. // Фундам. и прикладные исслед. в физике, химии, математике и информатике: сб. ст. Кемерово, 2020. С. 92–95.
3. React-native — Learn once, write anywhere. URL: <https://reactnative.dev/> (дата обращения: 21.01.2022).
4. NestJS — A progressive Node.js framework. URL: <https://nestjs.com/> (дата обращения: 21.01.2022).
5. Введение в MongoDB. URL: <https://mkdev.me/posts/vvedenie-vmongodb> (дата обращения: 21.01.2022).

Научный руководитель — д-р техн. наук, доц. А. М. Гудов

УДК 004.4'2

Разработка транслятора EDTL-требований в формулы логики линейного времени LTL

А. Н. Гетманова

Институт автоматизации и электрометрии СО РАН, Новосибирск
Новосибирский государственный университет

В настоящее время при разработке управляющего программного обеспечения существует серьезная задача — формирование требований к системе. Для решения этой проблемы в Институте автоматизации и электрометрии СО РАН предложен способ формулировки требований на основе событийно-темпорального шаблона EDTL [1].

Ошибки в программном обеспечении управляющего ПО приводят к серьезным последствиям и стоят очень дорого, поэтому проверка программы на соответствие требованиям необходима. Для проверки качества программного обеспечения используются инструменты формальной верификации, в которых требования формулируются на языке линейной темпоральной логики (LTL). В настоящее время перевод EDTL-требований в LTL-формулы проводится вручную, что повышает риск возникновения ошибок из-за человеческого фактора.

Цель работы — разработка транслятора EDTL-требований в формулы логики линейного времени LTL. В ходе работы дополнены правила LTL-преобразования EDTL-требований. Проведен полный комбинаторный перебор логических значений атрибутов EDTL-требований. Разработан транслятор логических значений атрибутов EDTL-требований в LTL-формулы. На основе логической эквивалентности отображений требований в LTL-формулы определено 34 нетривиальных класса.

Реализованный транслятор EDTL-требований и полученная классификация позволяют упростить верификацию управляющих программ за счет автоматизации перевода EDTL-требований в LTL-формулы для создания бесшовных наборов инструментов, которые минимизируют возможность внесения ошибок при обработке информации пользователем. Транслятор и классификация будут использованы для преобразования EDTL-требований в требования на естественном языке. В дальнейшем планируется анализ значений атрибутов EDTL-требований и их согласование между собой, а также внедрение транслятора в состав Web-IDE, разрабатываемого в ИАиЭ СО РАН.

1. Zyubin V. et al. Event-Driven Temporal Logic Pattern for Control Software Requirements Specification // Int. Conf. Fundam. Software Eng. Springer, Cham, 2021. С. 92–107.

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук Н. О. Гаранина

Анализ безопасности облачной среды разработки RIDE для процесс-ориентированного языка Reflex

И. А. Горнев

Институт автоматизации и электрометрии СО РАН, Новосибирск

Компьютерные системы, взаимодействующие с окружающей физической средой, называются киберфизическими. Такие системы повсеместно встречаются в промышленности. Написание алгоритмов управления киберфизическими системами затруднено некоторыми особенностями, такими как открытость, событийность, синхронизм, логический параллелизм и др. Для этой задачи подходит процесс-ориентированная парадигма программирования, и процесс-ориентированный язык Reflex разработан именно для этой цели. Он учитывает особенности киберфизических систем и при этом прост в обучении. Язык Reflex прошел апробацию на ряде промышленных объектов [1].

Для удобства написания программ на языке Reflex создана онлайн интегрированная среда разработки RIDE [2]. Она предоставляет базовую функциональность сред разработки, а также имеет версии как в виде веб-приложения, так и в виде приложения для рабочего стола. Тем не менее при разработке RIDE не рассматривались вопросы безопасности, что мешает развернуть серверное окружение с открытым доступом к RIDE.

Цель данной работы — анализ методов решения проблем безопасности RIDE. В ходе работы было развернуто и настроено серверное окружение с доступом к RIDE по доменному имени. Проведено тестирования RIDE и выявлены проблемы безопасности серверной среды, а также пользовательских данных. Обнаружены такие проблемы, как возможность нежелательного доступа к системным файлам, рабочим файлам других пользователей, а также к выполнению команд в терминале. Проведен анализ методов решения выявленных проблем и предложены шаги по подготовке RIDE к открытому доступу, такие как развертывание на основе контейнеров Docker и Kubernetes, авторизация и аутентификация пользователей, разделение пользовательских рабочих пространств.

1. Лях Т. В., Зюбин В. Е., Сизов М. М. Опыт применения языка Reflex при автоматизации Большого солнечного вакуумного телескопа // Промышленные АСУ и контроллеры. 2016. № 7. С. 37–43.
2. Ilya Gornev RIDE: Theia-Based Web IDE for the Reflex Language / I. Gornev, T. Liakh // IEEE 22nd Int. Conf. Young Prof. Electron Devices Mater. EDM 2021. Altai, 2021.

Научный руководитель — канд. техн. наук Т. В. Лях

УДК 004.4'2

**Автоматическая генерация верифицирующего кода
для динамической верификации
процесс-ориентированных Reflex-программ**

А. Л. Гривцова

Новосибирский государственный университет
Институт автоматике и электрометрии СО РАН, Новосибирск

В современном мире киберфизические системы (КФС) получили широкое признание в различных областях науки и промышленности. Разработка надежного ПО для таких систем имеет решающее значение, поскольку аварии из-за наличия ошибок в ПО КФС могут привести к катастрофическим последствиям. Ситуация осложняется также специфическими свойствами управляющих программ КФС: открытостью, событийностью, цикличностью, синхронизмом, логическим параллелизмом. Поэтому создание надежных методов верификации управляющих программ и специализированных языковых средств для КФС является актуальной проблемой.

В ИАиЭ СО РАН предложены следующие технологии: процесс-ориентированный язык Reflex [1] — для описания управляющих программ КФС, событийно-управляемая временная логика EDTL — для описания требований к управляющей программе КФС, а также гибридный метод динамической верификации управляющих программ КФС, адаптированный для процесс-ориентированных Reflex-программ. Метод предполагает организацию программы в виде четырех блоков: блок управляющей программы, блок управления сценариями, блок верификации, блок виртуального объекта управления. Однако на данный момент код программы на языке Reflex для всех блоков реализуется вручную, что является очень трудоемкой задачей.

Цель настоящей работы — разработка программного модуля для автоматической генерации кода блока верификации.

В работе проанализированы существующие подходы к спецификации требований. В результате анализа EDTL-технология выбрана в качестве способа описания требований к управляющей программе. Предложена следующая методика для автоматической генерации верифицирующего кода: на основании абстрактного синтаксического дерева, полученного из EDTL-требований, происходит генерация Reflex-кода для блока верификации. Генератор Reflex-кода реализован с помощью фреймворка Xtext и использует представление EDTL-требований в виде конечных автоматов, описывающих соответствующие процессы блока верификации.

1. Зюбин В. Е. Процесс-ориентированное программирование: учеб.-метод. пособие. Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т, 2011. 192 с.

Научный руководитель — канд. техн. наук Т. В. Лях

Методы динамической отладки процесс-ориентированных алгоритмов для объектов промышленного интернета вещей

А. А. Двинянин

Институт автоматизации и электрометрии СО РАН, Новосибирск

Современное состояние промышленности характеризуется повсеместным внедрением автоматизированных систем и созданием на их основе так называемых киберфизических систем (КФС), т. е. гибких распределенных систем управления. ПО КФС имеет специфику (открытость, событийность, логический параллелизм, цикличность), которая приводит к необходимости использовать проблемно-ориентированные языковые средства, такие как языки стандарта МЭК 61131-3, процесс-ориентированные языки, G LabVIEW и др. Серьезная проблема создания программ для КФС — их отладка и верификация. Тестирование и верификация невозможны без объекта управления, а запуск неотлаженного ПО на реальном объекте создает риск возникновения нештатных ситуаций, последствия которых в случае КФС могут весьма серьезными. Поэтому отладку ПО КФС проводят на компьютерных моделях объекта управления — виртуальных объектах управления (ВОУ).

В Институте автоматизации и электрометрии СО РАН разработан процесс-ориентированный язык Reflex, предназначенный для программирования устройств логического управления. Для языка создается интегрированная среда разработки с микросервисной архитектурой — Reflex IDE (RIDE), среди прочего предполагающая возможность динамической отладки.

Цель настоящей работы — разработка RIDE-модуля динамической отладки Reflex-программ с использованием концепции виртуальных объектов управления.

В работе проанализированы структура Reflex-программы и существующие подходы к динамической отладке. На основе анализа разработана методика отладки Reflex-программ: в проекте в дополнение к отлаживаемой Reflex-программе специфицируется ВОУ (также на языке Reflex) и описывается экран визуализации (в формате XML). Связи по входным-выходным сигналам между отлаживаемой программой и ВОУ задаются через штатный механизм картирования портов. По спецификациям разрабатываемый модуль генерирует dll-файлы. По запуску программа-отладчик подключает dll-файлы, генерирует экран визуализации и предоставляет пользователю интерфейс для пошаговой отладки, задания точек останова, мониторинга и модификации состояния переменных, формирования пошагового отчета.

Научный руководитель — канд. техн. наук Т. В. Лях

УДК 004.02

Разработка методов генерации и оптимизации решения нелинейных алгебраических систем для задачи удовлетворения геометрических ограничений в САПР

В. Р. Дмитриев

Новосибирский государственный университет

Системы автоматизированного проектирования (САПР) широко используются при проектировании и производстве современных механических изделий. Распространение САПР во многом было достигнуто за счет введения технологии параметрического моделирования [1]. Современным и наиболее удобным при проектировании считается метод решения геометрических ограничений. Геометрическая модель при таком подходе создается при помощи набора примитивных геометрических объектов и ограничений, заданных между этими объектами. Таким образом, одной из основных задач подобных САПР является удовлетворение геометрических ограничений (УГО).

На данный момент существует множество подходов к решению задачи УГО: символьные вычисления, геометрические и численные методы [2]. В численном подходе заданная система геометрических ограничений сводится к системе нелинейных алгебраических уравнений (СНАУ), где переменным системы соответствуют параметры геометрических примитивов, а уравнениям системы — геометрические ограничения. Поэтому одним из основных компонентов геометрического решателя является модуль генерации СНАУ.

Один из наиболее универсальных методов численного решения СНАУ — метод Ньютона — Рафсона кубической сложности. Многие геометрические ограничения могут быть заданы различными наборами уравнений, и сходимость метода может сильно зависеть от вида уравнений. Поэтому одной из задач при реализации модуля генерации СНАУ является выбор наиболее оптимальных уравнений. На практике было выявлено, что способ алгебраического описания ограничения существенно влияет на сходимость численного решения.

Алгоритмическая сложность метода Ньютона — Рафсона приводит к тому, что большие системы ограничений (более 500 объектов и ограничений) не могут быть решены в интерактивном режиме (т. е. за интервал времени порядка 1 с). Поэтому возникла задача оптимизации СНАУ, связанная с уменьшением ее размера путем декомпозиции. И так как численный метод имеет кубическую сложность, то метод декомпозиции, имеющий меньшую сложность, может ускорить решение СНАУ. Одним из таких методов является алгебраическая декомпозиция Далмейджа — Мендельсона [3], основанная на разбиении двудольного графа зависимости уравнений от переменных системы.

В результате применения методов алгебраической декомпозиции на промышленной тестовой базе (более 3000 задач) достигнуто 42%-е ускорение решения и 2%-е улуч-

шение сходимости численного решения (т. е. около 50 тестов сошлось меньше чем за 500 итераций метода Ньютона — Рафсона).

1. Bettig B., Hoffmann C. M. Geometric constraint solving in parametric computer-aided design // J. Comput. Inf. Sci. Eng. Am. Soc. Mech. Eng. Digital Collect. 2011. Vol. 11, № 2.
2. Ершов А. Г. Алгоритмы и программные системы для геометрических задач параметрического проектирования. Новосибирск, 2007.
3. Ait-Aoudia S., Jégou R., Michelucci D. Reduction of constraint systems // Comput. Sci., Math. ArXiv. 2014.

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук Н. В. Снытников

УДК 004.451.2

Практическая организация системы технической поддержки предприятия

В. В. Доманицкая

Новосибирский государственный университет
экономики и управления

В исследованиях авторов блогов Okdesk [1], Castcom [2] и Alp Group [3] говорится о соответствии роста IT-компаний развитию их программных продуктов (ПП), большинство IT-продуктов создаются с целью извлечения прибыли, для этого необходима бесперебойная работа поставляемой заказчику системы.

При внедрении и запуске ПП особое внимание уделяется разработке проектирования и реализации созданного программного обеспечения (ПО).

На данных этапах не исключено возникновение проблем после запуска ПО во внутренней системе организации. Следствием могут являться несколько причин: ошибки в программном коде, неэффективное использование программных и аппаратных ресурсов, отсутствие оптимизации, некачественная проверка тест-кейсов, недостаточно проработанная логика программы.

В связи с этим появляется необходимость в постановке задачи по решению и оперативному устранению вышеперечисленных проблем.

Для достижения этой цели создаются группы технической поддержки (ТП) ПО. Это может быть как сторонний аутсорсинг, так и наличие отдела в составе компании-разработчика ПО.

При проектировании сопровождения ПО требуется определить виды ошибок и сложности их решения, внедрить систему ServiceDesk, сформировать команду специалистов.

При организации отдела ТП, в зависимости от сложности задач, время на устранение может сократиться от нескольких минут до нескольких часов.

Итогом является сокращение времени на обращение и ожидание решения задач для пользователей.

В результате проведенных исследований можно сделать вывод о правильном и грамотном формировании системы работы ТП предприятия. С сокращением временных затрат уменьшается вероятность появления простоев в работе, а также потери прибыли, что положительно влияет на финансовые показатели организации.

1. Все про техподдержку. URL: <https://okdesk.ru/blog/techsupport> (дата обращения: 18.01.2022).

2. Зачем нужна техническая поддержка? URL: <https://www.castcom.ru/publications/support/zachem-nuzhna-tehnicheskaya-podderzhka.html> (дата обращения: 18.01.2022).

3. Важность технической поддержки пользователей силами профессионалов. URL: [https://alp-itsm.ru/interesting/vazhnost_tehnicheskoy_podderzhki_polzovatelej_silami_professionalov/?utm_referrer=https %3A %2F %2Fwww.google.com %2F](https://alp-itsm.ru/interesting/vazhnost_tehnicheskoy_podderzhki_polzovatelej_silami_professionalov/?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F) (дата обращения: 18.01.2022).

Научный руководитель — канд. техн. наук, доц. Е. Г. Гурова

УДК 004.89

Исследование SLAM-алгоритмов и фреймворков для построения карт и локализации в проекте *Duckietown*

Н. С. Дюганов

Новосибирский государственный университет

С постепенным развитием четвертой промышленной революции, связанной с массовым внедрением киберфизических систем в производство (индустрия 4.0) и повседневную жизнь, становится более актуальной задача локализации и построения карты окружающей среды в сфере мобильной робототехники. Эту задачу решают SLAM-алгоритмы (*Simultaneous Localization And Mapping*). Концепция SLAM связывает два независимых процесса: построение карты в неизвестном пространстве или ее обновление, контроль текущего местоположения и пройденного пути.

Исследовательский проект *Duckietown*, нацеленный на развитие робототехники, предоставляет платформу *Duckiebot* — автономных роботов с определенным набором датчиков и *Duckietown* — город с дорогами, светофорами, April-знаками и препятствиями, по которому они передвигаются. Роботы сильно ограничены в вычислительных ресурсах и доступных датчиках: они оснащены только камерами и имеют относительно малую вычислительную мощность. Использование этой платформы максимально отражает особенности индустриальных автопилотируемых систем с ограниченными ресурсами. Разработчики платформы предоставляют тренажер, который используется для отладки и тестирования программ, созданных для *Duckiebot*, но в нем не решена задача SLAM. В силу его особенностей невозможно использование многих стандартных SLAM-алгоритмов, так как они требуют LIDAR-датчики.

Таким образом, цель данной работы — анализ существующих SLAM-алгоритмов и фреймворков, их адаптация для использования в роботах *Duckiebot* с учетом ограничений.

В ходе исследования проанализированы готовые алгоритмы и фреймворки, разработаны инструкции по настройке и работе с фреймворком OV2SLAM. Проведена экспериментальная оценка его пригодности для использования в роботах *Duckiebot*.

Научный руководитель — канд. техн. наук Т. В. Лях

УДК 004.75

Исследование зависимости уровней согласованности и доступности в распределенных базах данных

А. И. Злыгостев

Новосибирский государственный университет

Невозможность одновременного достижения согласованности и доступности в распределенных системах в настоящее время хорошо известна.

Эрик Брюер опубликовал сокращенную форму этого утверждения в 2000 г. [1], после чего оно получило название «Гипотеза Брюера». В 2002 г. С. Гилберт и Н. Линч дали ему строгую формулировку и доказали под названием «CAP-теорема» [2]. Эта теорема определила направление развития распределенных систем на следующие два десятилетия. Однако с инженерной точки зрения ее ценность невелика: инженеры не считают доступность бинарной величиной. В данной работе исследована взаимосвязь между доступностью и согласованностью, представленными в количественном виде, как вещественных чисел в диапазоне от 0 до 1. Такое представление хорошо согласуется с инженерным подходом и требованиями бизнеса. Основные результаты представлены ниже.

1. Выбрана реалистичная прикладная задача, демонстрирующая затруднения в достижении одновременной согласованности и доступности.
2. Предложена количественная метрика согласованности для данной задачи.
3. Разработана методика численного эксперимента для оценки характеристик распределенной системы при различных стратегиях обработки коммуникационных сбоев.
4. Выполнен численный эксперимент с измерением доступности и согласованности на тестовом наборе данных для нескольких стратегий обработки сбоев коммуникации.

1. Brewer Eric A. Towards robust distributed systems // Principles Distributed Comput. Portland, Oregon, 2000.

2. Gilbert S., Lynch N. Brewer's Conjecture and the Feasibility of Consistent, Available, Partition-Tolerant Web Services // ACM SIGACT News. 2002. Vol. 33, № 2. P. 51–59.

Научный руководитель — канд. техн. наук Б. Н. Пищик

УДК 004.413

Рефакторинг IDE процесс-ориентированного языка IndustrialC

А. А. Зозуля

Новосибирский государственный университет
Институт автоматики и электрометрии СО РАН, Новосибирск

В рамках четвертой промышленной революции ведется активный поиск методов, средств разработки встраиваемых систем, систем промышленного интернета вещей, в первую очередь направленность на разработку программного обеспечения таких систем в силу того, что основная стоимость в разработке данных систем — это разработка программного обеспечения.

В Институте автоматики и электрометрии СО РАН разрабатываются языковые и инструментальные подходы к программированию встраиваемых систем, создана парадигма процесс-ориентированного программирования и специализированные процесс-ориентированные языки Reflex и IndustrialC.

Роль основной структурной единицы в процесс-ориентированном программировании выполняет процесс, обеспечивающий создание иерархически организованных управляющих программ, естественным образом отражающих событийность, синхронизм и параллелизм, присущие управляющим алгоритмам.

Reflex — Си-подобный язык, в котором управляющий алгоритм описывается как множество взаимодействующих процессов, при этом платформо-зависимые части алгоритма реализуются в виде сторонних библиотек. IndustrialC — это также процесс-ориентированное расширение языка Си, он ориентирован на программирование микроконтроллерных встраиваемых систем и расширяет язык Reflex возможностью прямого обращения к периферии микроконтроллера. На данный момент для этого языка разработаны следующие инструменты: препроцессор, транслятор в C, плагин для Notepad++, файл подсветки синтаксиса.

Текущая версия IDE для IndustrialC на базе Notepad++ обладает рядом недостатков, таких как отсутствие стандартных для синтаксически-ориентированных редакторов возможностей контекстной подсказки, отображение ошибок привязке к тексту, работа только на платформе Windows, отсутствие автозаполнения, при расширении языка необходимо дорабатывать плагин для Notepad++.

В рамках задачи был проведен анализ существующих решений на базе Notepad++ и подходов к программированию микроконтроллеров. На основании анализа предложено унифицировать синтаксис и семантику языков Reflex и IndustrialC и объединить их в одном IDE. В качестве технологии реализации обоснован выбор Eclipse-Xtext. Выдвинута гипотеза о возможности обеспечения межплатформенной переносимости программ за счет FreeRTOS.

Научный руководитель — д-р техн. наук, доц. В. Е. Зюбин

Интеграция систем управления предприятием и технологическим процессом

Д. С. Иванишкин

Новосибирский государственный университет

Для достижения успеха в конкурентной борьбе производственные компании нуждаются в оптимизации производственных процессов. Внедрение новых технологических инструментов контроля и управления часто происходит не одновременно для разных областей ответственности предприятия. Готовые универсальные инструменты автоматизации для предприятия целиком имеют высокую стоимость, недостаточную гибкость, излишнюю функциональность. Удобным решением является внедрение узкоспециализированных систем автоматизации в разных областях ответственности при появлении такой потребности. Однако в этом случае возникает необходимость согласования работы между отдельными автоматизированными системами предприятия.

Обеспечение совместной работы систем означает в том числе поддержание согласованного состояния данных о производственных процессах в разных доменах ответственности. Данные в каждой из автоматизированных систем должны отражать состояние реального физического производственного процесса. Изменения реальности должны приводить к изменениям данных во всех взаимосвязанных системах. Отсутствие изменений данных о процессе в системе также должно означать неизменность данных относительно реальности в других взаимосвязанных системах. Это значит, что существует необходимость внедрения надежного программного интерфейса для взаимодействия систем.

Параллельное развитие систем для соответствия изменяющимся бизнес-требованиям должно вестись с сохранением согласованного взаимодействия. Это требование накладывает ограничения на процесс разработки и доставки новой функциональности.

Цель данной работы — интеграция действующих автоматизированных систем управления предприятием и управления технологическим процессом, обеспечивающая согласованность данных. В ходе работы был проведен анализ предметной области и особенностей реализации действующих на предприятии автоматизированных систем, разработан API системы управления технологическим процессом для взаимодействия с системой управления предприятием и рассмотрены инфраструктурные подходы к разработке ПО, обеспечивающие согласованную и стабильную работу систем.

Результатом работы является программный интерфейс системы управления технологическим процессом и модуль обработки запросов к API данной системы, обеспечивающие взаимодействие систем и согласованность данных в них.

Научный руководитель — Г. Р. Хазанкин

УДК 004.453

**Исследование времени старта контейнеризированных приложений,
написанных на языке Java, запускаемых на Kubernetes
в различных конфигурациях**

Д. Г. Керного, Р. О. Щипцов

Новосибирский государственный университет

Малое время старта контейнеризированных микросервисов является одним из самых важных показателей в востребованной serverless-технологии.

Цель данной работы — оценка времени старта контейнеризованных приложений, написанных на языке Java, запускаемых на Kubernetes в различных конфигурациях. Поставленными задачами являются: разработка подходящей методологии измерения времени, проведение соответствующих экспериментов с использованием данной методологии, интерпретация и сравнение полученных результатов, получение выводов о скорости запуска при разных конфигурациях.

В ходе работы были использованы следующие технологии: Docker — программное обеспечение, которое служит для автоматизации развертывания и управления приложениями в среде виртуализации на уровне ОС; Kubernetes — программное обеспечение, позволяющее осуществлять оркестровку контейнеризированных приложений и предназначенное для управления кластером контейнеров как единой системой; GraalVM — виртуальная машина Java; фреймворк для Java Quarkus, предназначенный для работы с Kubernetes.

Во время данного исследования была проделана работа по измерению и сравнению времени запуска микросервисов Java в различных конфигурациях: на различных фреймворках, таких как Spring и Quarkus, с использованием различных виртуальных машин Java, таких как GraalVM и OpenJDK, и пр. Для определения и измерения времени запуска контейнеров разработана методология соответствующего измерения.

Научный руководитель — канд. техн. наук С. Б. Лемешко

Интегрированная среда разработки для EDTL-требований

А. В. Козлова

Институт автоматизации и электрометрии СО РАН, Новосибирск
Новосибирский государственный университет

Между заказчиками (инженеры-технологи) и исполнителями (разработчики программного обеспечения) часто возникают недопонимания. Во многих случаях ошибки возникают на этапе формулировки требований технического задания: противоречия, недостаточность условий. Эти ошибки впоследствии могут привести к катастрофе при эксплуатации киберфизической системы.

Для решения проблемы сотрудниками лаборатории киберфизических систем ИАиЭ был предложен шаблон формулировки требований на основе EDTL [1]. Ведется разработка Web-IDE для языка EDTL.

Цель данной работы — разработка синтаксически-ориентированного редактора EDTL-требований и парсера в абстрактное синтаксическое дерево.

На основе выдвинутых требований к IDE определены средства реализации — Eclipse Xtext, конкретизирована грамматика EDTL-требований: объявление переменных, формул, требований с атрибутами. Использование Xtext обеспечивает автоматическое создание синтаксически-ориентированного редактора и парсера для генерации абстрактного синтаксического дерева. Проверка корректности парсера осуществлялась на модельных задачах.

Парсер строит абстрактное синтаксическое дерево, которое в дальнейшем будет использоваться для трансляции EDTL-требований в формулы темпоральной логики и выражения на естественном языке.

1. Zyubin V., Anureev I., Garanina N. et al. Event-Driven Temporal Logic Pattern for Control Software Requirements Specification // LNCS. 2021. Vol. 12818. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-89247-0_7

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук Н. О. Гаранина

УДК 004

**Внедрение системы сбора данных и автоматизации
для визуализации экспериментальных данных
в реальном времени на установке БНЗТ**

А. М. Кошкарев

Новосибирский государственный университет

Источник эпитепловых нейтронов на основе электростатического тандемного ускорителя типа *Vacuum Insulation Tandem Accelerator* и литиевой нейтронной мишени предложен и разработан в ИЯФ им. Г. И. Будкера [1] для бор-нейтронозахватной терапии [2] (перспективный метод лечения опухолей) и других применений.

В данной статье предлагается и реализуется система автоматизации и сбора данных с возможностью гибкой и настраиваемой обработкой данных, позволяющая операторам и физикам получать и анализировать информацию в ходе эксперимента без необходимости постобработки данных. Использование разработанной системы ускоряет процесс получения информативных данных при проведении экспериментальных исследований и автоматизирует процесс анализа. Также предложен и реализован процесс распределенного журналирования результатов эксперимента. В результате внедрения предложенных инструментов повысилась производительность анализа экспериментальных данных и детализации экспериментального журнала. Разработанная и внедренная система оперативной обработки данных показала свою эффективность и стала неотъемлемой частью системы управления, сбора и хранения данных источника эпитепловых нейтронов.

Научный руководитель — С. Ю. Таскаев

УДК 004.5

Разработка веб-интерфейса удаленного управления роботом в проекте *Duckietown*

А. К. Лукьянова

Институт математики им. С. Л. Соболева СО РАН, Новосибирск
Новосибирский государственный университет

Duckietown — это проект, предназначенный для исследования и разработки алгоритмов автоматического пилотирования на дороге. Платформа представляет собой городскую среду с дорогами, указателями и парком автономных транспортных средств. Транспортные средства — это роботы *Duckiebots*, которые способны передвигаться согласно разметке, избегать столкновений с препятствиями и другими роботами, определять свое местоположение на карте, самостоятельно передвигаться по городу, а также взаимодействовать с другими роботами. На данный момент существует *Dashboard* — программная система, которая позволяет отслеживать различные показания на роботах. Однако, как правило, при работе с тренажером, особенно в последние годы пандемии COVID-19, возникает необходимость удаленной работы. *Dashboard* не предоставляет возможностей удаленно управлять и запускать новые решения на реальном роботе, а позволяет только следить за его показаниями.

Цель данной работы — разработка и реализация веб-интерфейса удаленного управления роботом *Duckiebot*.

В ходе работы были выполнены следующие задачи по расширению функционала существующей *Dashboard*: добавлена возможность запуска и редактирования решения на *Duckiebot* с помощью интеграции WebIDE, разработаны расширения для данной виртуальной среды разработки, а также реализована возможность мануального управления через виртуальный контроллер.

В результате данный инструментарий позволит упростить и ускорить разработку и тестирование нового программного обеспечения для *Duckiebots*. Особенностью данной работы является возможность запуска и редактирования решения для робота в режиме реального времени через веб-интерфейс.

Научный руководитель — канд. техн. наук, доц. Т. В. Лях

УДК 004.42

Разработка модуля геометрической декомпозиции для задачи удовлетворения геометрических ограничений в САПР

А. А. Мартюшев

Новосибирский государственный университет

На сегодняшний день системы автоматизированного проектирования (САПР) являются неотъемлемой составляющей этапа создания изделия в промышленном производстве. Широкое распространение САПР во многом было достигнуто за счет введения технологии параметрического моделирования. В параметрическом САПР модели представляются в виде системы геометрических примитивов и ограничений между ними. Данную совокупность объектов и ограничений называют системой геометрических ограничений. Варьируя параметры геометрических ограничений, можно легко изменять конструкцию моделируемого объекта [1].

Таким образом, для получения требуемой конфигурации конструируемой модели необходимо подобрать параметры геометрических примитивов так, чтобы все ограничения были удовлетворены. Данная задача решается с помощью специализированного модуля САПР, называемого решателем геометрических ограничений. Для этого все геометрические примитивы и ограничения записываются с помощью алгебраических уравнений. Сформированная система нелинейных уравнений решается численно с помощью итерационных методов, среди которых наиболее часто применяемый — метод Ньютона — Рафсона, алгоритмическая сложность которого составляет $O(n^3)$ [2], где n — число уравнений переменных. На практике это означает, что задачи среднего размера (сотни ограничений и объектов) не могут быть решены интерактивно (за 1–2 с). Поэтому необходимо применение методов геометрической декомпозиции, позволяющих разбить исходную задачу на множество небольших подзадач [3].

Выбор методов декомпозиции производился на основе анализа тестовой базы, включающей более 5000 промышленных тестов, и оценки существующих типовых методов, применяемых в данных задачах. Это позволило разработать архитектуру модуля декомпозиции и реализовать методы поиска и удаления избыточных ограничений (симплификация, выделение классов эквивалентности), методы отделяющей декомпозиции, двусвязной декомпозиции и разделения на независимые компоненты.

В результате ускорение на тестовой базе составило 15 раз, а общий уровень успеха решения тестов увеличился на 5 %. Таким образом, в данном исследовании были выделены характерные конфигурации систем геометрических ограничений, в на основе которых был разработан и реализован ряд методов декомпозиции, продемонстрирована их высокая эффективность.

1. Bettig B., Hoffmann C. M. Geometric constraint solving in parametric computer-aided design // J. Comput. Inf. Sci. Eng. Am. Soc. Mech. Eng. Digital Collect. 2011. Vol. 11, № 2.

2. Bouma W. et al. Geometric constraint solver // Comput. Des. 1995. Vol. 27, № 6. P. 487–501.
3. Ершов А. Г. Алгоритмы и программные системы для геометрических задач параметрического проектирования. Новосибирск, 2007.

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук Н. В. Снытников

УДК 004.9

Разработка программного инструмента для решения задачи подавления растительности на мультиспектральных изображениях

М. А. Масыч

Новосибирский государственный университет

Применение дистанционного зондирования значительно упрощает проведение геологических исследований на территориях с обнаженными горными породами и почвами. Однако даже самые сухие регионы, как правило, покрыты растительностью. Метод подавления растительности позволяет расширить применимость подобного анализа.

Одним из основных подходов к задаче подавления растительности является представленный в работе [1] метод вынужденной инвариантности (*forced invariance*). Данный метод позволяет создавать инвариантные относительно заданного спектрального индекса изображения, что делает заметные в этом индексе объекты «невидимыми» на обработанном снимке. Главным достоинством данного метода является отсутствие необходимости в дополнительных данных о местности.

Алгоритм реализован и протестирован в том числе и другими авторами для получения данных о минералах [2] и почве [3]. Алгоритм смог подавить на снимках растительность в достаточной степени для изучения находящихся под ней геологических структур.

Однако для получения качественного результата алгоритм требует дополнительной обработки входных данных: нанесение на свободные от растительности области снимка масок и разбиение снимка на области со схожей растительностью.

Таким образом, разработка программного инструмента, автоматизирующего обработку данных и применение алгоритма, позволит значительно упростить задачу подавления растительности на мультиспектральных изображениях.

1. Crippen R. E., Blom R. G. Unveiling the Lithology of Vegetated Terrains in Remotely Sensed Imagery // Photogrammetric Eng. Remote Sensing. 2001. Vol. 67, № 8. P. 935–943.
2. Yu L. et al. Suppression of vegetation in multispectral remote sensing images // Int. J. Remote Sensing. 2011. Vol. 32, № 22. P. 7343–7357.
3. Liu L., Ji M., Buchroithner M. A case study of the forced invariance approach for Soil salinity estimation in vegetation-covered terrain using airborne hyperspectral imagery // ISPRS Int. J. Geo-Inf. 2018. Vol. 7, № 2. P. 48.

Научный руководитель — канд. геол.-минерал. наук Н. Н. Добрецов

Средство выделения семантических изменений в текстах программ на языке Kotlin

И. А. Молочев

Новосибирский государственный университет

Важную роль в совместной разработке программного обеспечения играет взаимодействие с различными системами контроля версий. И один из основных видов деятельности разработчика — это изучение изменений в коде, которые внес он сам или его коллеги. Для этих целей существуют различные утилиты сравнения файлов (как правило, текстовых), называемых также diff-утилитами (от англ. *difference* — «разница»).

Однако большинство подобных программных средств имеют существенный недостаток. Они используют при выделении изменений только синтаксическую информацию, содержащуюся в тексте, игнорируя его предметную область и смысловое содержание. Вследствие этого сложные изменения в тексте могут интерпретироваться таким ПО некорректно и неинтуитивно с точки зрения пользователя-человека. Речь идет о таких изменениях, как правки в крупной смысловой сущности, распределенной по тексту, или одновременное изменение и перемещение элемента текста.

Также существует альтернативный подход к выделению изменений в текстах: использовать семантическую информацию и структуру текста путем интерпретации его в определенном унифицированном виде, воспринимаемом соответствующим алгоритмом. Данную интерпретацию также можно реализовать автоматически, создав соответствующие средства парсинга для конкретной предметной области. Однако подобный унифицированный подход может работать неоптимально во многих ситуациях, так как он не учитывает особенности конкретной предметной области в процессе работы.

Таким образом, цель данной работы — создание способа выделения семантических изменений в текстах, специфицированного для определенной предметной области, в качестве которой в рамках данной работы выбран язык программирования Kotlin. Такой подход может существенно улучшить качество итогового результата с точки зрения восприятия пользователя по сравнению с традиционными.

Научный руководитель — д-р техн. наук, доц. В. Е. Зюбин

УДК 004.75

Проектирование и разработка нового паттерна управления распределенными транзакциями в микросервисной архитектуре

С. В. Мясоедов

Новосибирский государственный университет
Лаборатория СберЛаб

Микросервисная архитектура — подход, при котором единое приложение строится из множества слабосвязанных компонентов меньшего размера, поддерживающих независимое развертывание.

Распределенная транзакция — транзакция, затрагивающая несколько ресурсов. Для фиксации распределенной транзакции все участники должны гарантировать, что любое изменение данных будет постоянным.

На текущий момент растет применение распределенного подхода проектирования архитектуры различных систем. По данным портала microservices.io, такие компании, как Comcast Cable, IBM, Uber, Amazon, Netflix, Ebay и еще 9, ведут постоянный обновляемый цикл статей, посвященный микросервисной архитектуре, кластеризации и распределенному хранению данных.

Основная цель работы — разработка паттерна управления распределенными транзакциями в микросервисной архитектуре, в которых транзакционная логика работы с БД каждого сервиса перенесена на уровень ниже в отдельный универсальный транзакционный модуль, что позволяет не вносить логику работы с распределенными транзакциями в сам микросервис.

Научный руководитель — канд. техн. наук С. Б. Лемешко

Разработка сервиса для выполнения интерпретированных функциями на языке Python операций вычислительных моделей

Е. Д. Налеева

Новосибирский государственный университет

Ученым требуется обрабатывать большие объемы исследовательских данных на суперкомпьютерах. Помимо решения задач предметной области, специалистам приходится решать низкоуровневые задачи: настройка взаимодействия с суперкомпьютерами, написание кода для параллельной обработки данных, обеспечение передачи данных между исследованиями или между шагами одного исследования. Поэтому возникает необходимость в создании инструмента, позволяющего автоматизировать рутину и предоставить возможность ученым решать задачи предметной области в высокоуровневых терминах.

В ИВМиМГ СО РАН разрабатывается программный инструментарий Ака, с помощью которого знания о предметной области можно представить в виде вычислительной модели: набора переменных (величин предметной области) и вычислительных операций, которые связывают переменные, позволяя по значениям одних переменных вычислить значения других. На вычислительной модели можно поставить задачу: задать множество входных переменных с их значениями, множество выходных переменных и потребовать у Ака вывести алгоритм решения задачи на модели и выполнить этот алгоритм. На практике значения переменных реализуются представленными в том или ином виде объектами данных, а операции — функциями на JavaScript, вызовами методов сетевого сервиса и др. Набор поддерживаемых реализаций операций в Ака может расширяться.

Цель данной работы — реализация сервиса для поддержки выполнения операций, интерпретированных функциями на языке Python.

Разработана спецификация для реализации поддержки таких операций в Ака: определено, как сопоставлять переменные модели параметрам Python-функции, как регистрировать функции в сервисе, разработан протокол передачи значений входных переменных в контекст выполнения операций внутри сервиса и выходных переменных для дальнейшей обработки в Ака за пределами Python-сервиса, порядок передачи значений переменных между функциями, реализованными на Python внутри сервиса.

Сервис протестирован на задаче обработки данных нейрофизиологических исследований и встроен в систему Ака.

Научный руководитель — М. А. Городничев

УДК 003.3

Программа автоматизированной установки и настройки ОС Linux "linux_install"

А. А. Насибулин

Иркутский государственный университет

В настоящее время системные администраторы всё чаще нуждаются в программах, выполняющих автоматическую развертку операционных систем и их настройку на большое количество устройств.

Анализ существующих систем для автоматизированной развертки для компьютерных систем показал, что не существует проекта, представляющего единый интерфейс для установки разных операционных систем и программного обеспечения.

Программа под названием linux_install призвана представить простой и многофункциональный способ для установки разных дистрибутивов ОС Linux на любое устройство.

Изначально проект был ориентирован на использование системными администраторами для удобной установки и настройки ОС Linux в корпоративных системах, но позже был адаптирован также и для использования пользователями в домашних условиях. Именно поэтому программа имеет подробнейшую документацию и опции, полезные как для системного администратора, так и для домашнего пользователя.

Программа полностью написана на языке программирования BASH с учетом работы на busybox-системах. На данный момент программа работает в консольном режиме, имеет поддержку английского и русского языков, поддерживает профили автоматической работы и может работать без использования установочного диска (флешки).

В настоящее время проект уже используется для установки ОС Debian и Astra Linux в двух организациях: МБОУ г. Иркутска СОШ № 24 и МБОУ г. Иркутска Лицей № 3.

Программа распространяется через репозиторий [1] в виде исходного кода под лицензией GNU GPL3.

1. Репозиторий программы. URL: https://github.com/alealexpro100/linux_install (дата обращения: 20.02.2022).

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук, доц. А. С. Казимиров

УДК 004.051

**Сравнение микросервисов,
разработанных на базе Java-фреймворков Spring и Quarkus,
на предмет потребления ресурсов**

Н. О. Омеляненко

Новосибирский государственный университет

В современной разработке приложений наблюдается переход от монолитной архитектуры к микросервисной. Это делает фреймворки, ускоряющие разработку приложений под новую архитектуру, еще более популярными. Помимо одного из самых известных фреймворков — Spring, который уже более 10 лет присутствует на рынке, появляются новые продукты, изначально разрабатываемые с учетом новой архитектуры. Одним из наиболее интересных проектов является фреймворк Quarkus, который позиционирует себя как адаптированный под требования новой архитектуры, а также заявляет о существенном снижении потребления ресурсов созданных на нем сервисов.

Цель данной работы — выбрать подходящую методику измерений и сравнить нагрузку на CPU, потребление памяти для микросервисов, разработанных с помощью фреймворков Spring и Quarkus на основе виртуальной машины Java, а также потребление ресурсов при сборке приложения в native-образ с использованием механизмов GraalVM, что может представлять интерес с точки зрения уменьшения времени старта микросервиса.

Во время данного исследования была проделана работа по измерению потребления ресурсов микросервисов, разработанных на фреймворках Quarkus и Spring. По полученным данным проведен сравнительный анализ, а также сделан вывод о целесообразности перехода на новую технологию.

Научный руководитель — канд. техн. наук С. Б. Лемешко

УДК 004.9

Разработка программного инструмента для устранения дефектов на мультиспектральных изображениях

С. В. Павлов

Новосибирский государственный университет

Мультиспектральные снимки, получаемые со спутника, широко применяются в научных исследованиях, но данные изображения могут иметь проблемные области, вызванные особенностями и условиями съемки, например облака и тени от них, глубокие тени на неосвещенных склонах и т. п. Интерпретация данных усложняет, а в некоторых случаях делает невозможным изучение поверхности земного рельефа.

Одним из подходов решения данной проблемы является заполнение областей с дефектами данными из другого источника. Во избежание сильного искажения при таком подходе «заплатка» строится на основе данных как изначального изображения, так и корректирующего изображения. Это позволяет сгладить резкий скачок данных на границе области с дефектом после заполнения новыми данными.

Цель работы — разработать программный инструмент, который позволит устранять дефекты для всех каналов изображения без искажения спектральных характеристик.

В рамках работы был проведен анализ предметной области, рассмотрены существующие методы устранения дефектов, изучены существующие решения подобных задач, выбраны технологии для достижения цели. Далее планируется реализация программного инструмента и его тестирование на реальных данных, полученных при спутниковой съемке рельефа.

Научный руководитель — канд. геол.-минерал. наук Н. Н. Добрецов

Разработка сервиса аттестации сотрудников IT-компаний

Д. А. Сафренрейтер

Институт автоматике и электрометрии СО РАН, Новосибирск
Новосибирский государственный университет

Современные IT-компании используют множество инструментов для обеспечения коммуникации в рамках отдела, команды или организации в целом. Эти сервисы предназначены для обеспечения гибкости в работе, удобства и безопасности информационной системы данной компании. Примерами подобных инфраструктурных сервисов могут выступать электронная почта, Redmine, Git, Nexus, Docker Hub, Kubernetes и др.

Некоторые IT-компании создают собственные сервисы для автоматизации однотипных задач, таких как выдача отпусков, отчетность по проектам, выдача профессиональной литературы и т. д. Это ускоряет внутренние рабочие процессы и упрощает взаимодействие в рамках решаемой сервисом задачи.

Однако, несмотря на то что подобного рода проблемы возникают в каждой малой и средней IT-компании, очень многие из них не имеют программных решений для автоматизации шаблонных задач.

Одной из таких задач является аттестация сотрудников. Как известно, персонал компании периодически привлекают к аттестации. Это делается для отслеживания квалификационного роста специалиста (количество изученных технологий, выступлений на профессиональных конференциях и т. д.) и объективизации расчета его заработной платы: соответствующее ее повышение или понижение.

В работе представлена архитектура программного обеспечения, которая позволит малым и средним IT-компаниям использовать гибкое и простое решение часто возникающей бизнес-задачи. Создан программный комплекс, с помощью которого удобно отслеживать квалификационный статус сотрудников, а также выполнять типовые операции для их аттестации.

Научный руководитель — канд. техн. наук К. И. Будников

УДК 004.42

Вычисление показателей согласованности для интеграции информационных систем с интернет-магазинами

Д. А. Софронова

Новосибирский государственный университет

В настоящее время много бизнес-процессов используют возможности интернет-технологий для автоматизации и упрощения работы. Большой объем торговли происходит на различных интернет-площадках, в том числе в интернет-магазинах.

Учет товаров в российских компаниях, как правило, производится с использованием программ компании 1С. Для реализации интернет-платформ и магазинов популярен фреймворк 1С-Битрикс. Его особенность — встроенная интеграция с платформой 1С.

Однако этот подход имеет проблему в виде согласованности данных. Такие системы считаются «согласованными в конечном счете», но у них существуют временные периоды, когда данные в системах не согласованы. В случае интеграции 1С и Битрикс речь идет о данных по товарам, в такие периоды покупателям предоставляется неактуальная информация.

В ходе работы был реализован модуль для платформы Битрикс, выгруженной из 1С, который поможет по настройке обмена 1С с сайтом получить оценку возможного интервала несогласованности. Предполагается, что знание данной характеристики позволит выбрать оптимальную настройку обмена и обеспечит бизнесу минимальные потери из-за несогласованности данных.

Для работы был проведен анализ интеграции 1С и 1С-Битрикс «Управление сайтом», выделены сущности, участвующие в обмене и влияющие на интервалы несогласованности.

Результатом работы является модуль, встраиваемый в платформу Битрикс. Планируется, что использование данного модуля для расчета интервала несогласованности поможет выбрать оптимальную настройку и рассчитать риски для бизнес-процессов.

Научные руководители — канд. техн. наук. Б. Н. Пищик, В. О. Демиш

Кодирование дискретных сообщений в сетях пятого поколения мобильной связи

К. Н. Стряпков

Новосибирский государственный университет

Модуляция высокого порядка незаменима в мобильной, спутниковой, кабельной и оптоволоконной связи для достижения высокой спектральной эффективности, необходимой для приложений, работающих с данными. Вероятностное амплитудное преобразование [1] — это эффективный подход к увеличению производительности и гибкости широкополосной модуляции.

Объектом исследования является модуляция в цифровых телекоммуникационных системах. Предмет исследования — кодирование дискретных сообщений в сетях пятого поколения.

Формально алгоритм преобразования сигнала — это инъективная функция $f: \{0,1\}^* \rightarrow A^*$, $A = \cup_{i=1}^{\infty} A^i$ из слов двоичного алфавита в слова алфавита A . Это множество A называется созвездием.

Спектральная эффективность η — это отношение средней длины входных двоичных слов w_i к средней длине выходных слов $f(w_i)$ в алфавите созвездия.

Предполагается, что входная битовая последовательность случайна (бернуллиев источник). Следовательно, вероятность появления слова w_i $P(w_i) = \frac{1}{2^m}$, где m — длина слова w_i . Более того, если m и $f(w_i) = n$ постоянны, то $\eta[f] = \frac{m}{n}$. В таком случае алгоритм преобразования называется *fix-to-fix*. Если же длина входного или выходного слова непостоянна, то алгоритм называется *var-to-fix* или *fix-to-var* соответственно. Несмотря на то что финальный алгоритм должен быть *fix-to-fix*, исследовался именно промежуточный алгоритм *var-to-fix*.

В случае *fix-to-fix* (или *fix-to-var*) достаточно определить функцию f над множеством двоичных слов длины m . В случае *var-to-fix* (или *var-to-var*) необходимо определить f над множеством слов префиксного кода.

В ходе работы были разработаны и реализованы алгоритм *fix-to-fix*, основанные на методе *var-to-fix*, которые оказались гораздо эффективнее стандартных алгоритмов класса *fix-to-fix* и при этом уложились в заданные рамки вычислительной сложности.

1. Secondini M., Civelli S. Hierarchical Distribution Matching for Probabilistic Amplitude Shaping // Entropy. 2020. Vol. 22 (9). P. 958. URL: <https://doi.org/10.3390/e22090958>.

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук А. Л. Пережогин

УДК 004.9

Разработка сервиса тестирования с повышенным быстродействием и прогнозируемостью

В. С. Тимофеев

Новосибирский государственный университет

Решения для финансового сектора требуют особого внимания к качеству их проработки, вследствие чего возникает спрос на тестирование продуктов. Один из способов проверки качества и валидности результатов использования продукта — сценарное тестирование.

Ручное тестирование — это трудозатратный процесс, содержащий множество однотипных действий, а существующие решения не всегда способны их оптимизировать.

Цель данной работы — разработать версию сервиса тестирования с повышенным быстродействием и прогнозируемостью.

В ходе работы были выполнены следующие задачи: анализ существующих сервисов тестирования, выявление основных недостатков, формирование списка требований к разрабатываемому сервису, разработка архитектуры сервиса, функциональность которого будет удовлетворять выдвинутым требованиям, реализация сервиса согласно разработанной архитектуре, тестирование и анализ свойств полученного сервиса.

В результате работы был создан сервис с повышенным быстродействием и прогнозируемостью процесса тестирования за счет следующих нововведений: автоматизации запросов в базу данных; поддержки нескольких диалектов SQL; возможности управления подключениями к базам данных; автоматического выставления результатов автотестов; валидации действий пользователя; сбора и анализа информации о времени, затрачиваемом на прохождение тестов, и др.

Научный руководитель — канд. экон. наук, доц. Н. А. Исаева

УДК 004.9:616.89

Контроль психических обострений с помощью мобильного приложения

С. Ж. Тлеубаев

Новосибирский государственный университет

В современной медицине широко используются информационные технологии, к примеру операции на расстоянии в компьютерной роботизированной хирургии или кардиостимуляторы, за которыми можно наблюдать в приложении на смартфоне.

Тем не менее при лечении психических заболеваний информационные технологии почти не используются. В частности, при лечении изолированных пациентов врачу требуется знать их поведение, что достигается путем длительного и непрерывного наблюдения за больными. Принято решение подойти к этой проблеме, создав приложение для контроля психических обострений, позволяющее уменьшить объем информации для врачебного анализа, а также сократить время физического присутствия врача.

Разрабатывая это приложение, мы вдохновлялись медицинскими холтерами — устройствами, позволяющими в течение суток регистрировать сердечную активность, записанные данные затем анализируются врачом.

Приложение регистрирует клинически важные ситуации, когда пациент разговаривает без собеседника. Для этого программа в фоновом режиме обрабатывает фотопоток с камеры телефона с помощью библиотеки по распознаванию лиц. Если собеседник не обнаружен, но при этом приложение фиксирует характерный для речи аудиопоток, то оно записывает разговор и отправляет на почту психотерапевту для дальнейшего анализа.

Приложение имеет режим конфигурации, где можно ввести email того, кому будут приходить аудиозаписи разговоров. Основной режим имеет только кнопку для запуска сервиса.

Поскольку приложение в данном виде является прототипом, в реальной жизни его пришлось бы использовать несколько иначе: как минимум не держать постоянно перед собой телефон. Поэтому планируется создание головного убора с камерой и встроенным микрофоном для удобного применения.

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук Д. Г. Бакшеев

УДК 62

Имитационное моделирование гидропривода вращательного действия

М. А. Толстов

Сибирский государственный университет
путей сообщения, Новосибирск

Цель данной работы — создание имитационной модели объемного гидропривода вращательного действия в программе SimulationX.

Задачи работы: разработка требований к имитационной модели; составление принципиальной схемы модели; выбор стандартных элементов модели; составление описания элементов модели; сборка расчетной схемы и отладка модели в программе SimulationX; выбор исходных данных и расчетных параметров модели; выполнение примера расчета параметров модели.

Известны основные режимы диагностирования гидроприводов: статопараметрический и динамический. Статопараметрический режим (метод) основан на измерении расхода гидравлического масла при установившейся работе гидропривода, номинальном давлении и фиксированной частоте вращения вала насоса и скорости выходного звена гидромотора. Недостатками этого метода являются повышенные энергоемкость и продолжительность диагностирования гидропривода. При диагностировании гидропривода в динамическом режиме испытания производятся при разгоне и торможении гидродвигателя, при этом исключается продолжительная работа гидропривода в установившемся режиме, что сокращает время диагностирования и затраты энергии на него. Выбран метод диагностирования гидропривода в динамических режимах. Для теоретического обоснования выбора метода диагностирования и сформулированных требований (режимы испытания, номенклатура определяемых параметров и др.) в программе SimulationX разработана схема имитационной модели объемного гидропривода вращательного действия.

Полученные результаты расчетов на имитационной модели предполагается использовать для следующих целей: определения параметров функционирования и диагностирования гидропривода рабочего оборудования горных, подъемно-транспортных, путевых, строительных и дорожных машин и построения графиков их зависимостей в функции времени и других параметров при разгоне и торможении валов гидромоторов привода; оптимизации параметров имитационной модели; моделирования исправного и неисправных состояний гидромеханического привода виброблоков машин; составления справочных таблиц и графиков зависимостей параметров функционирования исправного и неисправного гидропривода.

Работа выполнена в студенческом научном объединении «Механик» Сибирского государственного университета путей сообщения в рамках проекта ФНИ № 121052600390-5.

Научный руководитель — канд. техн. наук, доц. Н. А. Маслов

УДК 004.4:550.837.31

Программная система хранения и обработки данных метода электротомографии для построения четырехмерной модели среды

А. Д. Ушаев

Новосибирский государственный университет
Институт нефтегазовой геологии
и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, Новосибирск

Электротомография зарекомендовала себя как надежный инструмент, применяющийся в инженерной геофизике, при геологическом картировании и поиске подземных вод. Результатом интерпретации данных электротомографии могут являться как двумерные, так и трехмерные модели среды, позволяющие наглядно визуализировать внутреннюю структуру исследуемого объекта.

Помимо единичного анализа, существует задача построения четырехмерных моделей среды — непрерывный мониторинг объектов в течение длительного времени. В этом случае требуется проводить весь комплекс действий, начиная от конфигурации специализированной аппаратуры и сбора полевых данных, заканчивая их анализом и поиском аномалий в автономном режиме. В настоящее время существует множество программных инструментов, предназначенных для решения отдельно взятых вышеописанных задач. Они актуальны и хорошо применимы в случае единичного исследования объекта. Но не существует такой программной системы, которая совмещала бы в себе получение данных, их хранение, автоматическую обработку, интерпретацию и автоматический анализ на наличие аномалий. Для многих задач мониторинга крайне важен быстрый отклик системы на происходящие в объекте исследования изменения, следовательно, и без автоматизации всего процесса получения и анализа данных не обойтись.

Цель данной работы — автоматизация процесса поиска появления аномалий в объекте исследования методом электротомографии. Результатом работы является:

- модель данных объекта исследования и правила ее преобразования;
- сервер для передачи и накопления сигналов с результатами их обработки. Реализован на платформе .NET, фреймворке gRPC и СУБД PostgreSQL;
- клиентская часть системы, позволяющая оценивать качество данных, строить и визуализировать модели среды, привязывать полевые данные к местности и настраивать аппаратуру. Создана при помощи фреймворка WPF на платформе .NET;
- набор консольных приложений, используемых в процессе мониторинга для отправки данных в хранилище, построения моделей мониторинга и их анализа на наличие аномалий.

Учтена возможность развертки системы в случае отсутствия интернет-соединения.

Научный руководитель — канд. техн. наук А. А. Власов

ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ, ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ

УДК 004.43

Разработка механизма библиотек для языка роST

В. И. Башев

Институт автоматике и электрoметрии СО РАН, Новосибирск

Язык роST [1] — процесс-ориентированное расширение языка Structured Text из семейства языков IEC 61131-3. Разрабатывается в Институте автоматике и электрoметрии СО РАН, предназначен для создания ПО программируемых логических контроллеров и ориентирован на решение задач промышленной автоматизации.

Стандарт IEC 61131-3 описывает семейство языков программирования, предназначенных для разработки систем промышленной автоматизации. В последнее время языки IEC 61131-3 позиционируются как основное средство для систем Industry 4.0. Языки IEC 61131-3 представляют собой закрытую экосистему со своими специализированными библиотеками. Существующие библиотечные элементы целесообразно переиспользовать и в языке роST.

Цель данной работы — разработка механизма библиотек в языке роST и интеграция IEC 61131-3 библиотечных элементов.

В ходе работы были изучены особенности библиотек IEC 61131-3 и их реализация в существующих средах разработки. В результате анализа для хранения элементов библиотек предложено использовать специальный формат XML Exchange, разработанный членами ассоциации PLCopen для обеспечения переносимости IEC 61131-3 программ.

Разработан модуль библиотек, который разбирает XML-файлы и формирует описание интерфейса в виде структуры: тип элемента, имя элемента, спецификация входных/выходных переменные. Далее описание интерфейса преобразуется в ветку абстрактного синтаксического дерева, которая в дальнейшем используется при синтаксическом разборе, семантическом контроле и для целей автодополнения.

Использование разработанного модуля библиотек для ядра языка роST позволяет применять библиотеки IEC 61131-3, а также использовать сторонний код в формате PLCopen XML Exchange как библиотеку языка роST.

1. Bashev V., Anureev I., Zyubin V. The Post Language: Process-Oriented Extension for IEC 61131-3 Structured Text // 2020 Int. Russ. Autom. Conf. (RusAutoCon). Sochi, Russia, 2020. P. 994–999.

Научный руководитель — д-р техн. наук, доц. В. Е. Зюбин

**Синтез органов управления на базе
микромеханических инерциальных датчиков для роботов-
манипуляторов специального назначения**

А. С. Бояршинова, М. В. Ярушин

Южно-Уральский государственный университет,
филиал в г. Миассе

Роботы-манипуляторы, применяемые в некоторых отраслях промышленности (химическая и атомная промышленность), в ряде случаев требуют присутствия оператора в контуре управления при выполнении технологических операций, для задания общих режимов управления. Классическими вариантами построения человеко-машинного интерфейса по каналу управления являются кнопочные посты и многокоординатные задающие органы (джойстики) различных кинематических схем. В ряде задач требуется обеспечение мобильности пультов и органов управления с целью удобства выполнения операций (оперативный контроль, визуальное наблюдение). Одним из вариантов построения таких управляющих органов может быть использование в их составе датчиков инерциальной информации — акселерометров и датчиков угловой скорости в миниатюрном исполнении, дополненных дискретными каналами управления. Подобное исполнение позволило построить малогабаритные джойстики-рукоятки, линейное перемещение которых ограничено длиной кабеля, а при беспроводном канале обмена информацией — зоной оптимального наблюдения за операциями. К недостаткам можно отнести необходимость выполнять математическую операцию интегрирования (для линейных акселерометров — дважды), что при сложных моделях погрешностей датчиков вызывает накапливающуюся со временем ошибку определения координат. В работе поставлены и решены следующие задачи: разработка и исследование математического алгоритма функционирования и оценки точности определения линейного и углового положения рукоятки джойстика, разработка алгоритмов оптимального (с точки зрения человека-оператора) управления движением схвата манипулятора. По результатам создания опытного образца задающего органа и его экспериментальных исследований можно сделать вывод о возможности угловой ориентации схвата манипулятора с погрешностью не более $\pm 3^\circ$ и линейного позиционирования схвата с погрешностью не более ± 10 мм. Определены пути дальнейшего совершенствования алгоритмов управления и вычисления обобщенных координат с целью повышения функциональных возможностей и точности.

Научный руководитель — М. В. Носиков

УДК 004.4'22

Разработка модуля развертывания Reflex-программ для платформы STM32

Д. А. Гаськов

Новосибирский государственный университет

В настоящий момент существует большое число встраиваемых устройств, автоматизированных систем управления и систем интернета вещей, для которых предъявляются повышенные требования к надежности. Для создания таких программ в ИАиЭ был разработан процесс-ориентированный язык Reflex. Для этого языка существует возможность производить формальную верификацию программ, находя таким образом логические ошибки программирования. Также в языке Reflex отсутствует прямое управление памятью, что позволяет избежать таких ошибок при работе с памятью, как утечки памяти и ошибки сегментации. Также для разработки на данном языке существует среда разработки RIDE в Web- и Desktop-версиях.

Проблема, рассматриваемая в данной работе, заключается в отсутствии автоматизации при развертывании Reflex-программы из RIDE на целевом микроконтроллере. Пользователю-программисту необходимо выполнять множество шагов вручную для того, чтобы запустить Reflex-программу на микроконтроллере: запуск транслятора, выгрузка исходных кодов (в случае в Web-версией RIDE), компиляция, загрузка на микроконтроллер.

В данной работе рассматривается архитектура модуля для RIDE и набор вспомогательных программ, позволяющий автоматизировать все шаги по трансляции, компиляции и загрузке Reflex-программы из Web-IDE на подключенный микроконтроллер. Соответственно, новизной работы является создание способа прошивки микроконтроллера через Web-браузер.

Цель данной работы — разработка модуля развертывания Reflex-программ для платформы STM32.

Практической ценностью является получение модуля, позволяющего значительно улучшить удобство пользователя RIDE при разработке программ на языке Reflex.

Научный руководитель — д-р техн. наук, доц. В. Е. Зюбин

УДК 681.5

Управление траекторным движением квадрокоптера при транспортировке полезной нагрузки на подвесе

Ф.П. Герасимов

Новосибирский государственный университет

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) в последние десятилетия находят широкое применение в различных областях науки и техники: аэрофотосъемке, воздушной перевозке грузов, аэрогеофизической разведке. Особый интерес представляют мультироторные БПЛА ввиду эффективной управляемости, простого конструктива, возможности зависания. В большинстве приложений удаление полезной нагрузки от летательного аппарата с помощью троса уменьшает воздействие управляющих сигналов и воздушных потоков от винтов на груз.

Математическая модель движения квадрокоптера с грузом на подвесе приведена в работе [1]. Важным элементом системы управления служит полетный контроллер. Для решения задачи поддержания заданных углов ориентации платформы БПЛА распространение получили линейные регуляторы, которые эффективно работают при малых отклонениях от положения равновесия. Для стабилизации системы «квадрокоптер — груз» необходимо применять регуляторы, учитывающие нелинейность связей между управляющими сигналами и вектором состояния системы [2].

Цель данной работы — реализация нелинейного контроллера, обеспечивающего движение системы «квадрокоптер — груз» по заданной траектории [1]. В рамках исследования разработана структурная схема взаимодействия физических и программных модулей системы управления, измерены временные задержки между связанными элементами. Написаны модули обмена с бортовой инерциальной системой, модуль алгоритма управления для поддержания заданных углов ориентации, драйвер двигателей с использованием *Robot Operating System* (ROS). Проведены летные эксперименты.

1. Dimova A. S., Kotov K. Y., Maltsev A. S. Trajectory control of a quadrotor carrying a cable-suspended load // 2020 24th Int. Conf. Syst. Theory, Control Comput. (ICSTCC). IEEE, 2020. P. 501–505.

2. Heba talla Mohamed Nabil Elkholy. Dynamic modeling and control of a quadrotor using linear and nonlinear approaches. American University in Cairo, 2014.

Научный руководитель — канд. техн. наук К. Ю. Котов

УДК 004.4'2

Разработка архитектуры инструментальной системы для создания интерфейса АСУ ТП

А. А. Лиханов

Новосибирский государственный университет

Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП) — определенный набор технического оборудования и программных средств, объединенных для автоматизации управления технологическим оборудованием на промышленных предприятиях. Под АСУ ТП обычно подразумевается система, обеспечивающая контроль, безопасность и автоматизацию операций технологического процесса на всем производстве, выпускающем какое-либо изделие, или его отдельной части [1].

На данный момент существует довольно большое количество АСУ ТП. Они различаются по своим возможностям, удобству, а следовательно, и стоимости. Но периодически просто выбрать подходящую систему и работать с ней недостаточно. Возникают определенные сложности [2]:

- при потребности создания большого проекта с большим количеством элементов на мнемосхемах и/или необходимости больших объемов вычислений возникает проблема низкого быстродействия системы (одна из важнейших характеристик);
- добавление или изменение того, что не предусмотрено разработчиками SCADA;
- закрытая система и неполная документация;
- высокая стоимость продукта.

Для решения данных проблем было решено взять существующую среду визуального программирования и создать для нее библиотеку компонентов, которая будет специализироваться под конкретные задачи SCADA-систем.

Для реализации системы выбран Qt Creator и определены его возможности [3]:

- большой список готовых компонентов;
- простая в использовании и интуитивно понятная IDE;
- получение на выходе скомпилированного файла, что обеспечивает более высокую производительность по сравнению с интерпретаторами кода;
- кросс-платформенность.

Уже на основе Qt Creator была разработана архитектура системы и принцип работы мнемознаков в SCADA, написаны библиотеки мнемознаков (статические, динамические и базовые), создан прототип системы на основе предложенной архитектуры.

1. Автоматизированные системы диспетчерского и технологического управления. Всё о SCADA-системах. URL: <https://en-res.ru/stati/scada.html>

2. Минин П. Е., Конев В. Н., Сычев Н. В. и др. Анализ существующих автоматизированных систем управления технологическим процессом. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-suschestvuyuschih-avtomatizirovannyh-sistem-upravleniya-tehnologicheskim-protssom/viewer>
3. Qt Creator. URL: https://wiki.qt.io/Qt_Creator/ru

Научный руководитель — канд. техн. наук Б. Н. Пищик

УДК 004.942

Создание имитационной модели шагающей крепи

А. П. Новохацкий

Новосибирский государственный университет

Шагающая крепь — новый усовершенствованный вид механизированной крепи при подземном способе добычи угля, который предназначен для автоматизации процессов крепления и управления кровлей и самостоятельного передвижения в забое. Ее применение открывает новые возможности технологии подземной разработки мощных угольных пластов, обеспечивает снижение потерь, пожароопасности, объема подготовительных выработок, расходов на оборудование очистных забоев и себестоимости добываемого угля. Основными исполнительными механизмами шагающей крепи являются гидроцилиндры.

Данная работа направлена на создание имитационной модели роботизированной шагающей крепи с 3D-визуализацией с целью проведения численных экспериментов и создания тренажера для эксплуатирующего персонала.

На основе чертежей, созданных специалистами ФИЦ УУХ СО РАН, средствами графического редактора Blender разработана детальная 3D-модель шагающей крепи. Создана иерархия объектов. Далее модель была импортирована в Unity для проведения расчетов физически корректных алгоритмов ее функционирования и визуализации технологического процесса проходческих работ. На связанные группы объектов наложены определенные физические компоненты (что позволяет движку Unity определять их как физические объекты), а также ограничения и соединения для управления свойствами этих групп и контроля силы, скорости и вращающего момента компонентов конструкции крепи.

Проведены численные эксперименты по проверке алгоритмов перемещения крепи в ручном режиме. Следующий этап разработки — интеграция модели крепи в имитационно-отладочный комплекс для полунатурного моделирования [1].

1. Журавлев С. С., Окольнішников В. В., Меркулов И. В. и др. Генератор сигналов для отладки и тестирования АСУ ТП на базе имитационных моделей подсистем угольной шахты // Междунар. конф. «Актуальные проблемы вычислительной и прикладной математики — 2015», посвящ. 90-летию со дня рождения акад. Г. И. Марчука (Новосибирск, 19–23 октября 2015 г.): тез. / ИВМиМГ СО РАН. Новосибирск: Академиздат, 2015. С. 133.

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук С. Р. Шакиров

Разработка серверного модуля IoT-платформы на основе событийно-ориентированного подхода

Д. Д. Фархутдинов

Новосибирский государственный университет

Несмотря на стремительный рост концепции интернета вещей за последние несколько лет, процесс разработки в данной области остается трудоемким. Многообразие компонентов и библиотек для работы с ними, программирование на C-подобных языках, настройка сетевого окружения являются одними из основных трудностей, с которыми сталкиваются пользователи при создании автоматизированных систем.

Однако в общем случае создание сценариев автоматизации в области интернета вещей сводится к описанию поведения системы при наступлении определенного события. События можно разделить на две группы. К первой группе относятся события, связанные с датчиками. Это может быть обнаружение движения, изменение температуры или уровня освещенности в помещении. Ко второй группе относятся события, которые возникают по прошествии какого-либо заданного промежутка времени или согласно определенному расписанию. На самом высоком уровне не требуется знать о внутреннем устройстве датчика, каким образом и с помощью какой библиотеки значение с датчика будет прочитано и отправлено в систему. Все, что требуется в данной ситуации, — это правильно описать реакцию системы на то или иное событие, которое возникло внутри системы или пришло извне.

На основе данного подхода разрабатывается IoT-платформа, целью которой является упрощение процесса разработки умных устройств и автоматизированных систем. Прошивка контроллера генерируется сервером на основании конфигурации устройства и пользовательским кодом, написанным в соответствующих обработчиках событий, в клиентской части платформы. Работа с сетью и низкоуровневыми библиотеками инкапсулирована внутри платформы.

Цель данной работы — разработка одного из компонентов IoT-платформы, а именно серверного модуля. В ходе работы был проведен анализ предметной области, разработаны архитектура модуля и API для взаимодействия с клиентской частью платформы, а также реализован механизм генерации прошивки устройства.

Результатом работы является модуль, который позволяет на основе пользовательской информации создавать прошивку умного устройства. Полученные результаты планируется интегрировать в разрабатываемую IoT-платформу.

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук, доц. Д. С. Мигинский

УДК 004.413

Исследование методов итеративной разработки процесс-ориентированных программ в среде CODESYS

А. Д. Харченко

Институт автоматизации и электротехники СО РАН, Новосибирск

В ИАиЭ СО РАН активно разрабатываются языковые и инструментальные средства процесс-ориентированного программирования. Один из недавних результатов — язык roST, предназначенный для спецификации управляющих программ промышленными объектами в рамках концепции IEC 61131-3.

Проблема ускорения, упрощения и увеличения надежности разработки процесс-ориентированных программ в специализированных средах разработки, таких как LabVIEW и CODESYS, стоит с тех самых пор, как для моделирования сложных программируемых систем стали создавать компьютерные модели на процесс-ориентированных языках программирования, а объекты моделирования с каждым годом лишь усложняются. «Водопадный метод» разработки программного обеспечения (ПО) является самым простым с точки зрения своей структуры, но самым трудным с психологической точки зрения для программистов и неудобным с точки зрения отладки и тестирования ПО модели. Для упрощения работы программистов и увеличения производительности используются итеративные методы разработки ПО.

В Институте автоматизации и электротехники СО РАН еще в 2000-х гг. был разработан и опробован итерационный метод разработки процесс-ориентированной программы в среде LabVIEW. В качестве языка программирования использовался Си-подобный язык Reflex, не применяемый при программировании программируемых логических контроллеров. В связи с появлением языка roST и переориентацией исследований на IEC 61131-3 концепцию более привлекательной выглядит организация разработки ПО на базе одного из существующих IDE IEC 61131-3.

Как частный случай процесс-ориентированного ПО был взят виртуальный лабораторный стенд (ВЛС). В рамках работы рассмотрены различные итеративные методы разработки ПО, а также изучена возможность применения алгоритма, созданного для программирования в среде LabVIEW, на языке roST в среде CODESYS. Одной из ключевых составляющих алгоритма является разделение ВЛС на алгоритм управления и виртуальный объект управления (VOУ). Обмен данными между VOУ и алгоритмом управления реализован через массивы, поэтому при изменении алгоритма управления нет необходимости в перекоммутации связей.

В дальнейшем планируется проверка на практике работоспособности данного метода путем создания лабораторного стенда на языке roST в среде CODESYS и с документированием процедуры создания нового виртуального лабораторного стенда.

Научный руководитель — д-р техн. наук, доц. В. Е. Зюбин

Разработка тестового набора управляющих программ на языке роST

И. М. Черненко

Институт автоматике и электрoметрии СО РАН, Новосибирск

Процесс-ориентированное программирование [1] является перспективным подходом к созданию управляющих программ. Программа в этой парадигме представляется множеством параллельно исполняющихся процессов, которые могут запускать, останавливать и контролировать состояние друг друга. К управляющим программам часто предъявляются повышенные требования к надежности, поэтому возникает необходимость разработки и применения методов и средств верификации таких программ. Одним из методов формальной верификации программ является дедуктивная верификация. В этом методе требования корректности записываются в виде аннотаций (выражений некоторого формализованного языка), которые добавляются в программы, и для полученных аннотированных программ порождаются условия корректности — логические формулы. Метод дедуктивной верификации предполагает, что если все условия корректности истинны, то программа считается корректной. Следовательно, актуальной задачей является разработка методов и средств доказательства условий корректности для процесс-ориентированных программ. Для этого необходимо разработать тестовый набор аннотированных управляющих программ, на основе которого в дальнейшем будет разрабатываться методология доказательства условий корректности.

Цель данной работы — разработка тестового набора аннотированных управляющих программ на языке роST [2], который является процесс-ориентированным расширением языка ST стандарта МЭК 61131-3. Разработан набор тестовых программ на языке роST, включающий программы управления турникетом, вращающейся дверью, эскалатором и холодильником, и сформулированы требования к программам из этого набора на естественном языке и в виде аннотаций на языке системы машинной поддержки доказательства Coq.

Созданный тестовый набор аннотированных управляющих программ будет использован при разработке методологии доказательства условий корректности.

1. Zyubin V. E. Hyper-automaton: A Model of Control Algorithms // Proc. IEEE Int. Siberian Conf. Control Commun. (SIBCON-2007). 2007. P. 51–57.
2. Bashev V. I., Anureev I. S., Zyubin V. E. The Post Language: Process-Oriented Extension for IEC 61131-3 Structured Text // Proc. Int. Russ. Autom. Conf. 2020. P. 994–999.

Научные руководители —

канд. физ.-мат. наук И. С. Ануреев, канд. физ.-мат. наук, доц. Н. О. Гаранина

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ

УДК 378+004

Анализ данных, полученных через систему обратной связи с выпускниками факультета

В. К. Дворецкая

Новосибирский государственный технический университет

Важным инструментом, помогающим повысить уровень и качество учебного процесса, является подсистема обратной связи с выпускниками, которая является компонентом информационной системы университета. Посредством разработанного программного приложения данные очищаются, структурируются и заносятся в разработанную на платформе Oracle базу данных [1].

Данные для анализа собираются путем анкетирования выпускников факультета. При установлении контактов используются социальные сети, телефонная связь и электронная почта. Собранные данные содержат сведения о карьерном росте выпускников, их профессиональной деятельности, используемых ИТ-технологиях, а также оценки выпускником качества обучения на факультете, учебных дисциплин и преподавателей.

Проведенный анализ данных выпускников, поступавших на факультет ФПМИ в период с 1998 по 2015 г., позволяет сделать следующие выводы.

1. В опросе участвовало 267 из 1745 выпускников, успешно закончивших обучение на факультете за указанный период, что составляет 15 %.

2. Собранные данные позволили:

- составить перечень наиболее популярных мест работы выпускников;
- выделить категории программного обеспечения, на разработке которого специализируются организации, где работают выпускники;
- составить ранжированный список направлений специализации выпускников; выпускники чаще всего отмечали проектирование и разработку программного обеспечения;
- получить ранжированный список наиболее востребованных ИТ-технологий, проанализировать тенденции их изменения;
- оценить уровень и качество обучения на факультете;
- составить ранжированные списки преподавателей факультета; выпускникам предлагалось оценить работу преподавателей, отметив тех, которые оставили позитивные (негативные) воспоминания;
- внести изменения в учебные планы специальностей факультета.

1. Дворецкая В. К. Разработка элементов обратной связи с выпускниками факультета // Наука. Технологии. Инновации: сб. науч. тр. XV Всерос. науч. конф. молодых ученых (Новосибирск, 6–10 декабря 2021 г.): в 10 ч. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2021. Ч. 2. С. 17–20.

Научный руководитель — канд. техн. наук, доц. В. М. Стасьшин

УДК 004.588

О разработке системы чат-ботов для использования в учебном процессе МИЭМ НИУ ВШЭ

А. М. Заякина, А. С. Константинов, В. А. Немна, А. С. Шадронов

Высшая школа экономики, Москва
Московский институт электроники и математики им. А. Н. Тихонова

Одним из современных трендов образования является персонализация обучения на основе использования компьютерных систем, взаимодействующих с людьми с помощью естественно-языковых интерфейсов [1]. В МИЭМ НИУ ВШЭ под руководством канд. техн. наук Д. А. Королева разрабатывается система чат-ботов для помощи в освоении образовательных программ, обязательной частью которых является проектная деятельность. По данным технической поддержки, около 80 % опрошенных студентов МИЭМ НИУ ВШЭ испытывали проблемы с использованием проектных инструментов, таких как GitLab, Taiga/Trello/Wekan, Wiki MIEM и др. Для помощи в решении этих проблем нами разработан курс «Онлайн-обучение в МИЭМ» с интерактивной составляющей на базе чат-ботов. Созданы специальные уроки, знакомящие пользователя с интерфейсом инструмента и сценариями его использования.

Применение API-технологий позволяет отслеживать все действия, совершенные учеником на платформе. Чат-бот проверяет работу и в случае проблем подсказывает, как выполнить задание. При успешном выполнении предлагается следующий, более сложный шаг; в противном случае после трех неудачных попыток, сопровождавшихся подсказками, чат-бот предлагает выполнить задание меньшей сложности, если такое существует.

Данная система была апробирована в 2020/2021 учеб. году в рамках курса «Проектный семинар» образовательной программы «Информатика и ВТ». Более 150 студентов приняли участие в тестировании созданной системы, что позволило выявить направления ее доработки. В 2021/2022 учеб. году доработанную систему начали использовать и на образовательной программе «Прикладная математика». Опыт эксплуатации системы показал, с одной стороны, ее востребованность при изучении ряда курсов и, с другой стороны, необходимость ее дальнейшего развития на основе современных методов разработки чат-ботов [2].

1. Конобеев А. В., Юхимук Я. А., Войцеховская В., Шчекич Д. М. Персонализация как подход к обучению // Дискурс профес. коммуникации. 2020. № 2 (3). С. 118–138.
2. Джанарсанам С. Разработка чат-ботов и разговорных интерфейсов / пер. с англ. М.: ДМК-Пресс, 2019. 340 с.

Научный руководитель — канд. техн. наук, доц. Д. А. Королев

УДК 004.9

Система автоматического тестирования SQL-запросов

Ю. А. Кузнецов, В. А. Санжиев

Бурятский государственный университет
им. Доржи Банзарова, Улан-Удэ

На сегодняшний день для обучения программированию широко используются программные комплексы и web-сервисы, позволяющие проводить автоматическую проверку исходного текста программы на соответствие правильному решению задачи. Такая проверка подразумевает многократный запуск решения пользователя на множестве тестов. Полученный результат сопоставляется с верным ответом каждого теста, и система выносит вердикт о точности отправленного решения. Данный подход расширяет возможности обучения программированию, позволяя обучающемуся получить оценку правильности работы его решения без участия преподавателя.

Для успешного развития специалиста в сфере ИТ важно обладать навыками как в программировании, так и в работе с базами данных. Данная дисциплина также нуждается в возможности автоматической проверки заданий по следующим причинам: существует множество sql-запросов, решающих конкретную задачу; результат выполнения sql-запроса напрямую зависит от набора данных, на которых проводится тестирование.

Несмотря на схожесть принципов проверки программ и sql-запросов, имеющиеся системы автоматической проверки sql-запросов не обладают необходимым функционалом.

При поддержке кафедры информационных технологий ИМИ БГУ было принято решение о разработке системы, которая будет обладать следующими возможностями.

- Автоматическая проверка sql-запросов на различных наборах данных.
- Создание и редактирование теоретических блоков.
- Проведение текущего и итогового контроля.

В рамках системы были выделены 3 основных типа задач:

- SQL-задачи — задачи на получение данных;
- DML-задачи — задачи на изменение данных;
- DDL-задачи — задачи на изменение структуры БД.

На текущий момент реализована проверка SQL- и DML-задач.

Применяемый стек технологий: MySQL, Python 3, PHP, Yii2.

Научный руководитель — Д. Ф. Дерюгин

Разработка системы обучения функциональному программированию

К. Н. Мелешко

Новосибирский государственный университет
Институт систем информатики им. А. П. Ершова СО РАН, Новосибирск

В настоящее время в профессиональном программировании имеется тенденция к обучению с минимальным контролем со стороны преподавателей, поскольку темпы освоения результатов стремительно развивающейся компьютерной отрасли должны быть очень высоки, а большинство источников имеют предварительный характер, редко появляются улучшенные или переработанные версии. Поэтому есть необходимость в создании новых методик и платформ для самостоятельного обучения программированию.

Основной задачей является разработка и реализация системы обучения функциональному программированию с минимизацией контроля со стороны обучающего.

В разрабатываемой системе предполагается комбинирование самостоятельного изучения материалов курса и дополнительных материалов, представленных на веб-сайте, контроля выполнения заданий для повышения собственного рейтинга с возможностью общения с преподавателем и другими студентами посредством заданных вопросов, обнаруживающих пробелы в знаниях или пропуски в изложении материала. Такой способ обучения обеспечит повышение эффективности самостоятельной работы с курсом.

В ходе работы было проведено исследование проблемы обучения программированию, изучены научные статьи по методикам обучения программированию и проанализированы популярные платформы и тренажеры для обучения, разработаны клиент-серверная архитектура программного средства и структура базы данных, спроектирован дизайн веб-сайта. Ведется разработка системы.

На последующих этапах планируется внедрение системы в курс «Функциональное программирование» с целью исследования эффективности предложенной методики.

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук, доц. Л. В. Городняя

УДК 004.42

Информационная система для выполнения лабораторных работ студентами ГГФ НГУ

А. М. Мохов ¹, А. С. Соловецкий ¹, Л. В. Соловецкая ²

¹ Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Новосибирск

² Новосибирский государственный университет

Рассматриваемая в настоящем исследовании кросс-платформенная информационная система (ИС) разработана для студентов геолого-геофизического факультета Новосибирского государственного университета (ГГФ НГУ) в качестве технического средства, обеспечивающего выполнение лабораторных работ (ЛР) по дисциплине «Литология».

Изучение практики проведения вышеуказанных ЛР в НГУ и других учебных заведениях, обучающихся по специальности «Геология», показало, что в основном большинство расчетов в этих работах производится вручную с помощью микрокалькулятора, в некоторых учебных заведениях для ускорения расчетов также используется таблицы Microsoft Excel. Отсутствие должного уровня автоматизации процесса проведения вышеуказанных ЛР снижает качество выполнения работ, повышает процент ошибок, связанных с человеческим фактором, кроме того, увеличивается общее время выполнения каждой ЛР.

Практическая значимость разработанной ИС заключается в том, что действия и расчеты, осуществляемые в процессе проведения вышеуказанных ЛР, на практике часто используются, например, при исследовании нефтематеринских пород, обосновании и проектировании буровых и строительных работ.

В настоящее время существуют также автоматизированные программные комплексы на основе электронной микроскопии, которые в автоматическом режиме проводят анализ и расчеты для исследуемых образцов пород, но высокая стоимость подобных комплексов делает их недоступными для широкого применения, тем более в учебном процессе.

В рамках исследования применены следующие средства разработки: текстовый редактор для работы с HTML-кодом; высокоуровневые языки программирования JavaScript, PHP; реляционные СУБД SQL.

В качестве методов исследования, используемых при работе с реализованной ИС, применены: методика измерений с помощью оптического микроскопа; статистические методы; диаграммы В. Шванова, В. Шутова, Ю. Советова и Р. Диккинсона.

В результате исследования разработана ИС, в которой реализованы функции доступа к ИС через веб-интерфейс; ввода; обработки и вывода информации.

Научный руководитель — А. С. Соловецкий

**Возможности дистанционного обучения и разработка
дистанционного курса «Информатика»
для учащихся с ограниченными возможностями здоровья**

А.Ч. Ооржак

Тувинский государственный университет, Кызыл

В настоящее время в связи с увеличением численности группы детей с ОВЗ данная проблема становится все более насущной и актуальной. Появляются новые способы и возможности для их адаптации в обществе, но существует ряд трудностей в создании необходимых условий для получения качественного дистанционного образования, в реализации новых подходов в обучении.

Дистанционная форма обучения позволяет учащимся с ОВЗ обучаться в школе, но и одновременно удаленно, осваивая теоретические, практические, фундаментальные знания, которые необходимы для реализации и улучшения данной формы обучения. Для детей с ОВЗ школа должна не стать источником информации, а научить ориентироваться в информационно-образовательном пространстве и добывать нужную информацию самостоятельно, т. е. при помощи информационно-коммуникационных технологий.

В соответствии с новыми стандартами обучения детей с ОВЗ необходимо усилить мотивацию, настрой учащихся к изучению новых предметов, продемонстрировать им, что школьные занятия, уроки — это поиск полезной информации и умения и навыки ее применения в реальной жизни [1].

Важной составляющей дистанционного курса являются видеоуроки (формат дистанционного обучения с передачей учебного материала через видеозапись), которые дают возможность детям с ограниченными возможностями воспринимать информацию в более упрощенном виде с субтитрами.

В современном мире особенно актуально использование различных видов информационных ресурсов для обучения детей, поэтому подготовка учащихся с ОВЗ по разработанному курсу «Информатика» будет строиться следующим образом: с помощью глоссария они ознакомятся с новыми понятиями, которые требуются при изучении данной темы, а посредством видеоуроков, ментальных карт, теоретических материалов (конспектов к уроку) и презентаций рассмотрят основные понятия и примеры. Далее для закрепления материала учащиеся выполняют интерактивные упражнения, а также задания для самостоятельного решения дома. По окончании изучения модулей (уроков) они должны выполнить итоговую контрольную работу.

Таким образом, развитие дистанционного обучения является одним из ключевых направлений развития образовательной деятельности. Это связано с тем, что дистанционные образовательные технологии рассматриваются как один из инструментов повышения эффективности и результативности образовательного процесса [2]. Внедре-

ние структурно-функциональной модели обучения детей с ОВЗ с использованием дистанционно-образовательных технологий позволяет существенно улучшить, развивать, а также упростить образовательный процесс в школах.

1. Егорова Т. В. Социальная интеграция детей с ограниченными возможностями. Балашов: Николаев, 2002. 80 с.
2. Яковлев А. И. Информационно-коммуникационные технологии в дистанционном обучении. URL: <https://refdb.ru/look/2981516.html> (дата обращения: 05.02.2022 г.).

Научный руководитель — Ч. Д. Домур-оол

Исследование подходов к разработке виртуальных лабораторных стендов в среде CODESYS

А. С. Родченко

Институт автоматизации и электрометрии СО РАН, Новосибирск

В ИАиЭ СО РАН активно разрабатываются языковые и инструментальные средства процесс-ориентированного программирования. Один из недавних результатов — язык роST, предназначенный для спецификации управляющих программ промышленными объектами в рамках концепции IEC 61131-3.

Язык роST изучается в курсе НГУ «Процесс-ориентированное программирование». Для формирования практических навыков требуется организация лабораторных работ. Ранее лабораторные работы для курса «Процесс-ориентированное программирование» проводились на базе концепции виртуального объекта управления и были реализованы в среде LabVIEW. В качестве языка программирования использовался Си-подобный язык Reflex, не применяемый при программировании ПЛК. В связи с появлением языка роST и переориентацией исследований на IEC 61131-3 концепцию более привлекательной выглядит организация лабораторных работ на базе одного из существующих IDE IEC 61131-3.

В рамках работы рассмотрены способы организации лабораторных стендов для языков ПЛК и IDE, поддерживающих IEC 61131-3. Обосновано использование средства CODESYS. Определен список требований, основные из которых: наличие средств визуализации и мониторинга функционирования программы; использование роST в качестве языка описания и модели объекта управления, и алгоритма; независимость связей между алгоритмом управления и моделью объекта управления. В качестве пилотной выбрана задача автоматизации трехэтажного лифта. Создан прототип виртуального лабораторного стенда, в котором программы создаются с помощью онлайн-транслятора языка роST в язык IEC 61131-3 ST (<http://post2st.iae.nsk.su>), а затем переносятся в среду CODESYS через нативный для IEC 61131-3 механизм XML Exchange. Разработанный подход обеспечивает сокращение трудоемкости организации учебного процесса и формирование навыков работы с языками IEC 61131-3 и процесс-ориентированным языком роST.

В дальнейшем планируется определить подход к автоматической динамической верификации роST-программы, разработанной студентом-практикантом, и задокументировать процедуру создания нового виртуального лабораторного стенда.

Научный руководитель — д-р техн. наук, доц. В. Е. Зюбин

УДК 004

Особенности визуального представления содержания онлайн-курса

Д. А. Шмыгарева

Новосибирский государственный университет
экономики и управления

Образовательная программа, информационные технологии и смелость идей. Что объединяет все эти понятия? Ответ достаточно прост. В XXI в. большую популярность начало набирать онлайн-образование, а сложившаяся эпидемиологическая обстановка только подтолкнула эту сферу к серьезному прорыву, ведь если раньше дистанционное обучение ограничивалось узкой предметной областью и базировалось на простом уровне в виде отправки студенческих работ, выполненных в текстовом формате, то сейчас возможно овладеть почти любым навыком с применением программных продуктов и интернет-ресурсов [1, 2]. Этот факт доказывает стремление человека к познанию чего-то нового и раннее неизведанного. Однако не всегда потребитель может получить информацию в том виде, который позволил бы ему за определенное количество часов обучиться нужному умению [3]. Данная ситуация складывается по причине различия особенностей понимания материала людьми. Основным предметом познания у человека являются глаза, и именно поэтому преобладающая часть информации представляется в текстовой форме [4]. Чтобы привлечь большее количество людей к своему курсу, преподаватели используют различные способы привлечения и фиксации взгляда в своих материалах [5]. Эта особенность стала отправной точкой данного исследования, цель которого — выявление особенностей визуального представления и восприятия человеком содержащей информации в онлайн-курсах.

Для достижения нужного результата был выведен ряд задач:

- 1) сбор информации, связанной с различными методами ее представления;
- 2) группировка информации и ее тщательный анализ;
- 3) проведение опросов для выявления более качественных методов представления информации;
- 4) объединение всех полученных результатов на одном информационном носителе;
- 5) представление собранной информации и ее освещение с целью дальнейшего проектирования и корректирования.

На основе полученных данных можно создать практически универсальную памятку для создателей онлайн-курсов, которая в дальнейшем способствует изменению способов предоставления информации в максимально эффективной форме. Она включает примеры построения композиций для демонстрации материала в ее цельном виде. При ее создании были использованы методы фокусировки и размещения объектов, которыми нередко пользуются фотографы; взяты за основу некоторые правила журналистики, например, это касается правила «перевернутой пирамиды»; цветовые решения

построены на основе статей и книг Николая Дубина, связанных с тематикой графического оформления материала.

Перспектива данной работы заключается в расширении вариантов визуального представления информационного продукта для лучшего его овладения со стороны пользователя онлайн-курса. Это должно повысить поток потенциальных потребителей в данной сфере и тем самым сподвигнуть технический прогресс к наибольшему прорыву.

1. Zubkov A. D. Problems of Using MOOCs for Teaching Foreign Language to University Students // Сиб. учитель. 2021. № 5 (138). С. 20–23.
2. Zubkov A. D., Morozova M. A. Language Learners Communication in MOOCs // Adv. Intell. Syst. Comput. 2018. Т. 677. С. 175–186.
3. Выборнова Е. Ю. Онлайн-уроки иностранного языка: планирование, идеи, оценка знаний студентов // Заметки ученого. 2021. № 12-1. С. 159–161.
4. Разумная С. С. Перспективы онлайн-образования в России // Вопр. педагогики. 2021. № 11-2. С. 356–360.
5. Жданов С. С., Душинина Е. В. Интернет-ресурсы как средство профессионально-ориентированного обучения иностранным языкам в техническом вузе // Филол. науки. Вопр. теории и практики. 2015. № 11-1 (53). С. 79–81.

Научный руководитель — А. Д. Зубков

КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА, МУЛЬТИМЕДИАТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

УДК 004.932.2

Разработка алгоритма выделения актера на произвольном фоне для проведения интернет-трансляций

С. А. Ванданов

Новосибирский государственный университет

В настоящее время в онлайн-трансляциях и видеоконференциях все активнее используется разделение актера и фона. В студиях для этого используются различные методы хромакея, когда актер снимается на одноцветном равномерно освещенном фоне. Актер также должен быть хорошо освещен, чтобы получить высокое качество разделения актера и фона. В обычных условиях невозможно выполнить качественное освещение того и другого, поэтому возникает потребность разработки алгоритма различения «актер — фон» на произвольном фоне и с большим уровнем шумов.

В последнее время появились решения, использующие для сегментации человека (для выделения актера) как алгоритмические подходы [1], так и нейронные сети [2, 3]. Однако результаты сегментации сильно уступают качеству хромакею и, как правило, не успевают обрабатывать изображения в темпе их поступления.

В данной работе представлен алгоритм, основанный на комбинировании методов хромакея с нейронными сетями. Идея алгоритма заключается в обучении нейронной сети на серии изображений конкретного актера на конкретном фоне. Для этого на первом этапе готовится обучающая выборка: конкретный актер заранее снимается (в движении) в условиях хорошего освещения и по снятому видео методами хромакея получается образцовая маска. На втором этапе непосредственно перед трансляцией (например, за 15 мин до начала трансляции) вещающая камера снимает фон без актера. Этот фон специальным образом комбинируется с изображениями, полученными на первом этапе, и по серии комбинированных изображений выполняется обучение нейронной сети. В результате после обучения возможно выделение фона, сравнимое с результатами хромакея.

Данный механизм может быть улучшен путем комбинирования разработанного алгоритма с классическими методами распознавания объекта, такими как использование z-камер, дифференциального кеинга и т. п.

1. Human detection in surveillance videos and its applications. URL: <https://asp-eurasipjournals.springeropen.com/articles/10.1186/1687-6180-2013-176> (дата обращения: 02.02.2022).
2. Is a Green Screen Really Necessary for Real-Time Portrait Matting? URL: <https://arxiv.org/pdf/2011.11961.pdf> (дата обращения: 02.02.2022).
3. Real-Time High-Resolution Background Matting. URL: <https://arxiv.org/pdf/2012.07810.pdf> (дата обращения: 02.02.2022).

Научный руководитель — И. Г. Таранцев

Разработка виртуального минералогического музея на основе среды Unity

А. А. Лаханский

Новосибирский государственный университет

В настоящее время технологии виртуальной реальности все чаще встречаются в нашей жизни. Это программы как развлекательного, так и обучающего характера, которые позволяют пользователю погрузиться в необходимое окружение и изучать объекты, к которым у него нет доступа в реальном мире. Интересным направлением такого рода является развитие виртуальных музеев, что дает возможность не только обогатить экспозицию, но также привнести новые форматы: исследования, тестирование и т. д.

Прямолинейный перенос концепции музея в VR, как правило, сводится к созданию 3D-модели экспозиции и не предоставляет пользователю возможностей свободного перемещения, а также взаимодействия с экспонатами, что ограничивает возможности их изучения. В докладе описано VR-приложение, в котором пользователь имеет полную свободу действий: от перемещения вокруг экспонатов до взаимодействия с ними.

В настоящей работе изучена среда разработки 3D-приложений Unity и плагин для разработки приложений виртуальной реальности SteamVR. Разработано приложение виртуального минералогического музея на основе среды Unity с использованием плагина SteamVR.

Разработанное приложение виртуального геологического музея позволяет пользователю детально изучить представленные модели горных пород, взаимодействовать с ними, посмотреть подробное их описание, а также пройти тест на их знание.

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук А. А. Дучков

УДК 004.92

Библиотека для визуализации трехмерных неевклидовых пространств постоянной кривизны

Д. И. Мигранов

Новосибирский государственный университет
Институт автоматике и электрометрии СО РАН, Новосибирск

Неевклидовы геометрии и пространства находят применение в различных областях знания, включая математику и физику, однако математическое описание таких пространств может быть довольно сложно для восприятия. Возможности же компьютерной графики позволяют не только представить свойства неевклидовых пространств в наглядной форме, но и дать пользователю возможность взаимодействовать с ними, перемещаться по ним и исследовать.

Один из методов визуализации неевклидовых пространств постоянной кривизны основывается на их рассмотрении с точки зрения групп пространственных преобразований (например, их групп движений). Элементы этих групп могут быть представлены в виде матриц, и с помощью этих матриц возможно задавать положения объектов в пространстве, вращать и перемещать их. Далее (также посредством применения матрицы — матрицы проекции) необходимо осуществить проецирование на экран.

Цель данной работы — создание библиотеки для визуализации неевклидовых пространств постоянной кривизны с видом от первого лица. На данный момент поддерживается визуализация трехмерных сферического, эллиптического, гиперболического и тороидального пространств. Для упрощения ориентирования и восприятия расстояния в таких пространствах реализован эффект дымки, заключающийся в том, что объекты, более удаленные от наблюдателя, предстают менее контрастными. Также реализовано управление с видом от первого лица в таких пространствах.

Для написания библиотеки использован язык программирования C++. Библиотека основана на шаблоне проектирования *Entity Component System*, применяемом при разработке игровых движков, и является расширяемой в том смысле, что возможна реализация визуализации других пространств. Также применен графический API Direct3D 11, что позволило использовать возможности графических ускорителей для визуализации неевклидовых пространств. Библиотека позволяет добавлять на сцены в визуализируемых пространствах различные объекты, накладывать на них текстуры, создавать динамические и интерактивные сцены. В настоящий момент исследуется возможность применения библиотеки для визуализации свойств пространства согласно общей теории относительности, а именно модели Фридмана.

Научный руководитель — д-р техн. наук, доц. В. Е. Зюбин

НАУКОЕМКОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

УДК 004.021

Алгоритмы нумерации подмножеств q -го n -куба

В. Е. Афанасьев

Институт математики им. С. Л. Соболева СО РАН, Новосибирск
Новосибирский государственный университет

В настоящее время все больше информации передается по сети. Одним из самых распространенных каналов передачи данных являются оптоволоконные кабели. Несмотря на все более развивающиеся технологии, остра проблема высокой энергозатратности при передаче данных.

В канале оптической связи сообщения передаются в виде импульсов. Характеристика импульса определяется комплексным числом. Чтобы переданная по каналу информация могла быть декодирована, используются импульсы с фиксированным дискретным набором характеристик. Энергия импульса определяется как квадрат абсолютной величины соответствующего комплексного числа. Энергозатраты на передачу напрямую зависят от этой энергии.

Кодирование сообщений должно обеспечивать минимальное энергопотребление при любом заданном ограничении пропускной способности канала.

Цель данной работы — разработка эффективного алгоритма кодирования информации для ее дальнейшей передачи по оптоволоконным каналам, а также программного модуля, который обеспечит данное кодирование для входного потока данных.

Для достижения данной цели были выполнены следующие задачи: произведен анализ предметной области; создан алгоритм кодирования сообщений для их передачи по оптическим линиям; проведено несколько попыток улучшения энергоэффективности этого алгоритма; написаны программы на языке C++, реализующие данные алгоритмы; после практических тестов полученных алгоритмов достигнуто увеличение производительности за счет оптимизации вычислительной сложности.

В работе изложены подробности определения энергоэффективности передачи данных по оптоволокну, различные получившиеся варианты алгоритмов кодирования, сравнение их эффективности, а также ПО, реализующее данные алгоритмы, с информацией о производительности конкретных вариантов.

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук, доц. А. Л. Пережогин

УДК 004.932, 519.688

Разработка программного обеспечения для обработки изображений следов выстрела и создания паспорта мишени

И. А. Будаева

Новосибирский государственный университет

В процессе выстрела при встрече снаряда с преградой образуются следы и продукты выстрела, представляющие интерес для криминалистического анализа и решения задач, возникающих при восстановлении обстоятельств происшествия, реконструкции момента выстрела, задачи определения огнестрельного характера повреждения и установления направления и расстояния выстрела. В настоящее время нет достаточных программных средств для автоматизации работы экспертов-криминалистов в процессе сбора и анализа данных о следах выстрела [1]. Цель данной работы — разработка десктопного приложения *ImgOpinion* для обработки изображений следов выстрела, характеристики видов повреждения и создания паспорта мишени.

Приложение позволяет выявлять продукты выстрела одним из следующих способов: запускать алгоритм автоматического обнаружения зон отложения копоти с разными параметрами или задавать центральную и периферийную зоны окопчения, минус материала и входное отверстие вручную. Приложение содержит блок предобработки изображения: пользователь может менять яркость и контрастность, переводить его в оттенки серого, поворачивать и инвертировать изображение. Приложение рассчитывает характеристики найденных зон: размеры и колориметрические показатели, такие как средний цвет, нормированная яркость и оптическая плотность, а также строит графики радиальной зависимости интегральной и дифференциальной оптических плотностей и отображает на определенный диапазон цветов значения оптической плотности в каждом пикселе изображения. В приложении *ImgOpinion* есть также дружественный интерфейс для введения данных о мишени, морфологии и топографии отложения следов выстрела. Все введенные и рассчитанные данные и построенные графики могут быть сохранены в файл — паспорт мишени. Приложение написано на языке программирования Java с применением библиотек *OpenCV* для обработки изображений и *JFreeChart* для построения графиков.

Разработано приложение *ImgOpinion*, предназначенное для использования в экспертных лабораториях.

1. Латышов И. В., Пальчикова И. Г., Кондаков А. В. и др. Паспорт огнестрельного повреждения как интегративная часть инновационных аппаратно-программных комплексов // Судебная экспертиза. 2020. № 2 (62). С. 58–65.

Научный руководитель — д-р техн. наук, доц. И. Г. Пальчикова

Программный модуль быстрого определения расстояния до границы пласта в горизонтальном окончании скважины по данным высокочастотного электромагнитного каротажа в процессе бурения

Г. П. Быкова

Институт нефтегазовой геологии и геофизики
им. А. А. Трофимука СО РАН, Новосибирск
Новосибирский государственный университет

В связи с увеличением спроса на углеводороды разрабатывается все больше месторождений с коллекторами малой мощности и низким коэффициентом проницаемости. Разрабатывать такие месторождения экономически эффективно только при помощи горизонтального окончания скважины в продуктивном пласте. В построенной по такой технологии скважине углеводороды собираются с поверхности длинного горизонтального окончания, за счет чего, несмотря на маленькую проницаемость пласта, можно получить достаточный дебит для покрытия затрат освоения месторождения.

При бурении горизонтального окончания важно знать расстояние до кровли пласта: основная часть углеводородов скапливается в верхней части коллектора, так что лучше всего бурить горизонтальное окончание близко к кровле, но не пересекая ее. Если будет затронута нижняя водонасыщенная часть, скважина будет обводнена.

В настоящее время расстояние до кровли пласта в процессе бурения определяют инженеры по геонавигации. Они анализируют показания различных датчиков, находящихся за долотом, сопоставляют их с априорной информацией, на основании полученных данных определяют расстояние до границы пласта и решают, нужно ли корректировать траекторию бурения. Чем быстрее и точнее будут их решения, тем дешевле будет строительство скважины и тем больший дебит получится в итоге.

В рамках работы разработан программный модуль, быстро определяющий расстояние до границы пласта по данным высокочастотного электромагнитного каротажа, обладающего наибольшей глубиной исследования.

Палетка — таблица значений, переводящая параметры модели пласта в искусственные сигналы (фазовые и амплитудные характеристики электромагнитного поля). Созданный программный модуль решения обратной задачи с помощью метода Нелдера — Мида по предварительно рассчитанным палеткам оценивает расстояние до кровли пласта, при котором должны генерироваться сигналы, наиболее близкие к наблюдаемым экспериментально.

Научный руководитель — канд. техн. наук А. А. Власов

УДК 004.912

Разработка программного модуля автоматического реферирования текстов с применением метода настройки префикса

Д. Н. Ваулин

Новосибирский государственный университет

Задача автореферирования текстов является одной из ключевых задач обработки естественного языка. Автореферирование текста — создание краткого содержания (заголовков, резюме, аннотация) исходного текста с помощью компьютерной программы. Примером использования данной задачи может являться составление реферата научных статей, дипломов, документов. На данный момент лучшие результаты показывают модели на основе нейросетей, обученных на англоязычных текстах с использованием большого количества вычислительных ресурсов.

Малое количество данных для обучения моделей на языках, кроме английского, и большое количество обучаемых параметров моделей в сумме дают переобучение моделей, что снижает качество модели при тестировании и использовании.

В данной работе исследуется метод настройки префикса, разработанный для модели нейросети mBart, которая основана на архитектуре *transformer*. Метод настройки префикса (*prefix-tuning*) является альтернативой методу тонкой настройки языковой модели под конечную задачу (*fine-tuning*). Метод основан на предположении, что есть возможность управлять генерацией текста с помощью непрерывных подсказок на базе векторных представлений слов (*word embeddings*). Метод может применяться в условиях ограниченного количества данных.

На первом этапе проведены эксперименты с англоязычными новостными текстами в условиях малого количества данных для обучения, на втором этапе — эксперименты с русскоязычными научными текстами также в условиях малого количества данных для обучения. Одним из преимуществ метода настройки префикса является то, что он дает сравнимое качество при обучении на небольшом количестве данных. Следующим этапом планируется сбор русскоязычного датасета научных статей для задачи автореферирования и обучение модели на нем.

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук, доц. Т. В. Батура

УДК 004.932.2

Разработка алгоритма совмещения фотографий и изображений с лазерного дальномера

Д. А. Зайков

Новосибирский государственный университет

Лазерные дальномеры помогают получить трехмерную модель местности, однако самостоятельно они дают на выходе лишь облако трехмерных точек.

Чтобы получить, например, компьютерную модель местности с текстурой, в заданном месте сначала производят сканирование дальномером, а затем съемку фотоаппаратом с той же позиции с разными поворотами. В процессе используются специальные проекции данных с дальномера, представляющие изображения с приблизительно той же геометрией и ракурсом, что и на фотоснимках. Для создания текстуры получившиеся изображения необходимо совместить друг с другом.

В данный момент такая задача решается размещением специальных маркеров, которые легко определить на изображениях из разных источников, однако это лишь промежуточный этап. Необходимо разработать алгоритм, позволяющий находить природные маркеры, по которым можно произвести смещение.

Данная задача частично схожа с процессом сшивки панорам, когда находятся опорные точки на фотографиях и некая их характеристика — дескрипторы. К сожалению, из-за различной природы изображений в своем изначальном виде алгоритмы, применяемые в данной области, показали себя неэффективными, что выяснилось в ходе исследования. Однако на их основе можно создать адаптированный метод нахождения ключевых точек для совмещения.

В процессе рассмотрена возможность применения мультипольного разложения из области физики, изучающего взаимодействие больших скоплений зарядов. Если рассмотреть яркость пикселей как заряд, мультипольные моменты помогают определить различные виды симметрии. Данная особенность помогла создать метод извлечения ориентации из точки, который меньше зависит от освещения и, соответственно, лучше справляется с задачей на изображениях из разных источников.

В результате работы был разработан прототип алгоритма для поиска ключевых точек и их характеристики, основанной на углах осей симметрии.

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук Д. С. Мигинский

УДК 519.688:004.27

Разработка программной архитектуры для системы блокчейн-майнинга на квантовом компьютере

А. Д. Ищенко

Новосибирский государственный университет

В современном мире блокчейн-системы имеют широкое распространение, которое с каждым годом продолжает расти. Несмотря на существование различных типов алгоритмов подтверждения транзакций, наиболее распространенным остается алгоритм *proof-of-work*, основанный на выполнении трудоемкой задачи, что приводит к высокому расходу ресурсов. При этом существуют различные квантовые алгоритмы, способные значительно ускорить некоторые типы вычислений, а продолжающееся развитие квантовых компьютеров позволяет рассчитывать, что в обозримом будущем они достигнут уровня, достаточного для практического применения этих алгоритмов.

Цель данной работы — разработка и реализация программной архитектуры, направленной на ускорение вычислений с помощью квантовых компьютеров для майнинга в блокчейн-системах, основанных на *proof-of-work*.

В ходе работы были изучены различные квантовые алгоритмы на предмет их применимости для ускорения нахождения *nonce*. Также рассмотрено текущее развитие квантовых компьютеров и ПО для их программирования. В соответствии с полученными данными разработана библиотека. Она позволяет разработчикам ускорять поиск *nonce* для блокчейн-систем, использующих хеш-функцию SHA-256, а также предоставляет набор функций и интерфейсов для расширения на другие хеширующие функции.

Научный руководитель — д-р физ.-мат. наук, проф. Л. В. Ильичев

Средства обработки данных рельефа для уточнения показателей геоинформационных систем на примере задачи построения гидрологически-корректной цифровой модели рельефа

И. А. Казак

Институт геологии и минералогии
им. В.С. Соболева СО РАН, Новосибирск
Новосибирский государственный университет

Исходные данные о высоте рельефа сложно использовать в необработанном виде: в них, кроме погрешностей и ошибок, содержится информация об искусственных объектах, которые закрывают под собой действительную высоту поверхности Земли. Все это препятствует использованию данных в практических целях, когда пользователю нужен анализ морфологии рельефа. Необходима разработка инструментария, встраиваемого в стандартные пакеты ГИС и позволяющего на основе цифровой модели поверхности генерировать корректную цифровую модель рельефа в рамках единой технологической цепочки.

Разрабатываемая система позволяет определить высоту различных водных объектов и с учетом информации об их местонахождении и природе скорректировать данные об их высоте для построения корректной цифровой модели рельефа. Кроме того, реализованная функциональность позволяет использовать полученную информацию для уточнения данных электронных навигационных карт.

Предлагается на основе знаний об особенностях рельефа водных объектов корректировать данные модели поверхности и строить корректную цифровую модель рельефа, в которой будут удалены дефекты, нарушающие гидрологическую корректность, а оцифрованные векторные объекты дополнять информацией об их высоте.

Научные руководители —
канд. техн. наук А. А. Власов, канд. геол.-минерал. наук Н. Н. Добрецов

УДК 004.67

Реализация алгоритма сборки генома с помощью графов де Брёйна с применением графовой СУБД

П. В. Карасева

Новосибирский государственный университет

В настоящее время в сборке генома есть несколько основных алгоритмических подходов. Одним из подходов является сборка генома с помощью графов де Брёйна. Фрагменты генома разделяют на более мелкие последовательности — k-меры, с которыми работать удобно, так как можно эффективно хранить их, рассчитывать статистику, а также частоту использования тех или иных k-меров. Далее из перекрытия этих k-меров строится большой граф. И задача сборки генома сводится к построению длинного пути, который обходит максимальное количество вершин этого графа.

Для реализации сборки генома с помощью графов можно использовать реляционные или графовые базы данных, потому как они удобны и эффективны для хранения большого количества информации, а также для манипулирования этой информацией. Так как производительность графовых СУБД деградирует гораздо медленнее, чем реляционные при увеличении количества связей, соответственно, они будут эффективно работать на большом объеме данных. Это положительно повлияет на производительность разработки и снижает риски для проекта. Поэтому решено попробовать реализовать алгоритм сборки генома с помощью графов де Брёйна, используя современные графовые СУБД.

Как правило, один эксперимент секвенирования дает на выходе гигабайты данных, которые нуждаются в быстрой и качественной обработке. Несмотря на то что в последние несколько лет было разработано множество программ, задача сборки все еще не может считаться полностью решенной. Основной причиной является то, что размеры анализируемых данных очень велики.

В результате проделанной работы была создана программа с использованием языка программирования Python и графовой СУБД Neo4j. На вход программе поступают в формате fastq риды — последовательности нуклеотидов, представляющие небольшой фрагмент ДНК, — и затем строится сам граф де Брёйна с дальнейшим поиском пути в нем, т. е. воссоздается последовательность генома.

Научные руководители — канд. физ.-мат. наук Д. С. Мигинский, Ю. В. Вяткин

УДК 519.246.3

Экспериментальное исследование эффективности адаптивного теста при проверке генераторов случайных чисел, используемых в криптографии

А. А. Кобелева

Новосибирский государственный университет

В настоящее время случайные числа широко используются в криптографии. На практике применяются случайные числа, созданные с помощью генераторов случайных чисел (ГСЧ). Цель ГСЧ — генерация двоичных последовательностей, подчиняющихся распределению Бернулли с параметрами $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2})$. Для практически используемых генераторов это свойство проверяется с помощью батарей статистических тестов. Как и любое физическое оборудование, ГСЧ следует время от времени тестировать, и поэтому батареи тестов необходимо использовать постоянно.

Вероятность обнаружения недостатков в тестируемом ГСЧ выше, если тестовая батарея имеет большой размер, но чем больше батарея, тем больше времени требуется на тестирование. При определенном бюджете времени можно использовать либо короткие последовательности, генерируемые ГСЧ, и больше тестов, либо длинные последовательности и меньше тестов, что, в свою очередь, позволяет с большей вероятностью найти отклонения случайности рассматриваемого ГСЧ. Существует иной подход для разрешения этого компромисса — адаптивное ко времени тестирования ГСЧ, при котором сначала все тесты применяются к коротким последовательностям, генерируемым ГСЧ, а затем несколько «многообещающих» тестов выполняются для финального тестирования [1].

В настоящей работе изучены батареи тестов из библиотеки TestU01. Разработан адаптивный ко времени статистический тест на основе существующих батарей из изученной библиотеки. Исследована и оценена эффективность полученного адаптивного ко времени теста относительно исходных батарей статистических тестов.

Разработанный адаптивный ко времени тест позволяет уменьшить время вычислений при тестировании ГСЧ, сохраняя возможность нахождения отклонения от случайности прежней.

1. Ryabko B., Zhuravlev V. The time-adaptive statistical testing for random number generators // 2020 Int. Symp. Inf. Theory Its Appl. (Kapelei, HI, USA, 24.10–27.10.2020): Proc. 2020: IEEE. P. 344–347. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9366166/> (дата обращения: 31.01.2022).

Научный руководитель — д-р техн. наук, проф. Б. Я. Рябко

УДК 519.174.7

Алгоритмы построения совершенных раскрасок и матриц их параметров для обобщенного графа Петерсена

Д. А. Кондакова

Новосибирский государственный университет

Раскраской вершин графа $G = (V, E)$ в k цветов называется произвольное отображение $\varphi: V \rightarrow C$ из множества вершин графа в множество цветов C мощности k .

Раскраска называется *совершенной*, если вершины одного цвета имеют одинаковый цветовой состав окружения. Совершенная раскраска может быть задана $(k \times k)$ -матрицей параметров $M = (m_{ij})$, в которой элемент m_{ij} , $i, j \in C$, равен числу соседей цвета j в окружении вершины цвета i .

Матрицу параметров совершенной раскраски назовем *подходящей матрицей* для некоторого графа, если она проходит все проверки на непротиворечивость, описанные ниже. Матрицу параметров совершенной раскраски назовем *допустимой матрицей* для некоторого графа, если существует совершенная раскраска этого графа с заданными параметрами. Две матрицы параметров называются *эквивалентными*, если одна получается из другой некоторой перестановкой строк и столбцов, соответствующей переобозначению цветов.

Мы рассматриваем совершенные раскраски обобщенного графа Петерсена. Этот граф 3-регулярен, т. е. степень любой его вершины равна 3. Дадим формальное определение обобщенного графа Петерсена. *Обобщенным графом Петерсена* называется граф $\Pi(n)$, $n \in \mathbb{N}$, с множествами вершин $V = \{0, 1, 2, \dots, 2n - 1\}$ и ребер $E = \{(i, i + 1), (i, (i + 2) \bmod 2n) \mid i = 0, 2, \dots, 2n - 2\} \cup \{(i, (i + 4) \bmod 2n) \mid i = 1, 3, \dots, 2n - 1\}$. Опишем некоторые ограничения для элементов матрицы параметров совершенной раскраски обобщенного графа Петерсена и для самой матрицы, которые помогут сократить перебор. Элементы главной диагонали не могут равняться 3, иначе получим одноцветную раскраску. Нулевые элементы должны располагаться симметрично относительно главной диагонали, иначе получим противоречие: первый цвет видит второй, но второй цвет не видит первый.

В работе разработан алгоритм построения совершенных раскрасок и матриц их параметров для обобщенного графа Петерсена. На основе данного алгоритма спроектирована и написана программа, которая выполняет следующие шаги:

1. Принимает на вход натуральное число k .
2. Генерирует все возможные строки длины k с суммой элементов, равной 3.
3. Генерирует все возможные матрицы параметров, отсекая неподходящие и эквивалентные уже найденным матрицам.
4. Пытается раскрасить обобщенный граф Петерсена в соответствии с каждой отобранной матрицей параметров.
5. Выводит совокупную информацию о допустимых матрицах параметров, включая все их раскраски.

По итогу получены следующие результаты.

k	Количество матриц	Подходящие	Допустимые
2	16	6	3
3	1000	22	5
4	160 000	114	7
5	52 521 875	485	2
6	30 840 979 456	2 496	5
7	29 509 034 655 744	12 179	2
8	42 998 169 600 000 000	63 419	5
9	90 647 430 472 564 453 125	332 614	0

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук Е. В. Горкунов

УДК 004.822; 81'33

Методы и подходы к автоматическому связыванию сущностей на русском языке

А. А. Мезенцева

Новосибирский государственный университет

Связывание сущностей (*Entity Linking*) — задача нахождения соотношения между упоминанием в тексте и уникальной сущностью в структурированной базе знаний. В данной работе в качестве упоминаний выступают заранее извлеченные готовой программой научные термины. Для решения данной задачи нами был реализован следующий алгоритм. На вход подается термин и его контекст. Затем последовательность приводится к начальной форме. Далее выполняются два основных этапа: генерация списка кандидатов и последующий выбор наиболее подходящего кандидата для входного упоминания.

Цель данной работы — исследовать различные методы ранжирования для задачи связывания сущностей. На вход модулю ранжирования подается список кандидатов, полученный построчковым совпадением входного термина с сущностями из базы знаний, на выходе для каждого кандидата — вероятность того, что именно с ним необходимо связать. Так как для некоторых упоминаний нет подходящей сущности в базе знания, то был эмпирически подобран порог для отбрасывания лишних кандидатов.

Проведены эксперименты с использованием косинусного расстояния, алгоритмов классического машинного и глубокого обучения. Для реализации классического подхода выбран классификатор из библиотеки CatBoost. В качестве признаков использованы конкатенация усредненного вектора входного термина (и его контекста) и описания (и названия) сущности-кандидата из базы знаний. Затем к конкатенации добавлялись усредненный вектор или косинусное расстояние между данными векторами. Далее мы попробовали нейросетевые архитектуры с различными модификациями. Первая — перцептрон с одним и двумя скрытыми слоями, с эмпирически подобранным шагом обучения, взвешенными классами, на вход которому подавалась конкатенация векторов. Вторая — сверточная нейронная сеть. Векторы во всех экспериментах взяты из предобученной модели FastText для русского языка. На данный момент лучший результат показал метод ранжирования по косинусному расстоянию, его точность составила 0,55. Для сравнения классификатор от CatBoost продемонстрировал максимальное значение точности — 0,29, а из нейросетевых архитектур — 0,36.

В будущем планируется проведение экспериментов с использованием других архитектур, например классификатора с двойным входом, а также с набором признаков, которые подаются на вход алгоритму ранжирования.

Научный руководитель — Е. П. Бручес

Разработка Web-IDE языка EDTL для спецификации требований к реактивным системам

И. Н. Морозов

Новосибирский государственный университет
Институт автоматки и электрометрии СО РАН, Новосибирск

Недопонимание, возникающее между заказчиком и исполнителем на этапе формирования технического задания, приводит к ошибкам, чреватым потерями времени и финансовых средств, а также конфликтам. Для решения этой проблемы предложена концепция EDTL для формулировки требований к управляющему ПО [1].

EDTL допускает три формы записи, что облегчает работу над большим проектом для людей разной квалификации и экспертизы. Первая из них — табличная, ориентированная на обеспечение баланса между удобством чтения и математической строгостью. Вторая — в виде формулы на языке линейной темпоральной логики для использования в средствах формальной верификации. Третья — графическая, облегчающая понимание требования на этапе освоения EDTL.

Цель работы — обеспечить комфортную работу со всеми тремя формами представления в рамках разрабатываемой Web-IDE на базе фреймворка Eclipse Theia.

В качестве архитектуры приложения выбрана стандартная схема, в которой Backend реализуется на фреймворке Xtext, Frontend на базе TypeScript с фреймворком Theia. Интерфейс осуществляется через HTTP с использованием REST API. Frontend-процесс запускается на стороне клиента и выполняется в браузере, а Backend-процесс — на платформе Node.js и Java. Реализация взаимодействия между редактором исходного кода и сервером происходит через *Language Server Protocol*, что стандартизует их взаимодействие. Возможность групповой работы обеспечивается через бесшовную интеграцию с Git-репозиториями посредством нативного расширения Theia.

Как результат, разработана Web-IDE, которая включает синтаксически-ориентированный редактор EDTL, обеспечивает простоту развития языка, предоставляет удобный пользовательский интерфейс с тремя формами представления EDTL-записей и их экспорт в pdf.

1. Zyubin V. et al. Event-Driven Temporal Logic Pattern for Control Software Requirements Specification // Int. Conf. Fundam. Software Eng. Springer, Cham, 2021. С. 92–107.

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук Н. О. Гаранина

УДК 004.415.25

**Разработка и реализация
программного модуля построения конкордансов
для системы комплексного анализа русских поэтических текстов**

Н. А. Шашок

Новосибирский государственный университет

Система комплексного анализа поэтических текстов, разрабатываемая в ФИЦ ИВТ [1, 2], связана с задачей анализа корпусов текстов большого объема. В процессе реализации системы возникает множество подзадач, таких как определение атрибутов стиха, создание словарей рифм, составление конкордансов и т. д.

В рамках данной работы была поставлена задача реализации модуля системы для построения конкордансов.

Конкорданс является расширенным словарем языка писателя и представляет собой список слов, в котором для каждого слова определены характеристики: частота и примеры употребления, ссылки на тексты, в которых слово встречается. Принципы создания электронных конкордансов и практическая реализация алгоритмов, описанные в статье [3], лежат в основе модуля построения конкордансов.

Разработанное приложение позволяет администратору-эксперту создавать конкордансы в автоматическом режиме, добавлять в них отдельные тексты, производить подсчет характеристик слов, а также определять все требуемые перекрестные ссылки без необходимости для пользователя производить перерасчет самостоятельно.

1. Барахнин В. Б., Кожемякина О. Ю. Об автоматизации комплексного анализа русского поэтического текста // CEUR Workshop Proc. 2012. Т. 934. С. 167–171.
2. Автоматизация комплексного анализа русского поэтического текста: модели и алгоритмы / В. Б. Барахнин [и др.] // Вестн. НГУ. Сер.: Информационные технологии. 2015. Т. 13, № 3. С. 5–18.
3. Разработка и практическая реализация алгоритмов создания электронных метроритмических справочников и конкордансов / В. Б. Барахнин [и др.] // Cloud Sci. 2020. Т. 7, № 3. С. 135–142.

Научные руководители —

д-р техн. наук, проф. В. Б. Барахнин, канд. филол. наук О. Ю. Кожемякина

Программный модуль планирования системы наблюдения сложных трехмерных объектов методом электротомографии

А. Р. Яковлев

Новосибирский государственный университет

В настоящее время продолжает набирать популярность метод электротомографии в рамках задачи исследования сложных трехмерных объектов. Электротомография позволяет изучить распределение удельного электрического сопротивления (УЭС) в среде. Следовательно, с помощью этого метода можно выделять объекты с контрастным УЭС.

Важной задачей планирования системы наблюдения объектов методом электротомографии является генерация набора квадруполей на установленном множестве электродов. Квадруполем называют четверку чисел (A-B-M-N), обозначающую номера электродов, которые будут использованы при регистрации сигналов. В случае исследования двумерных объектов задача подбора квадруполей является более изученной [1]. Применение электротомографии для исследования сложных трехмерных объектов находится в процессе активного поиска в научных статьях. При планировании системы наблюдения таких объектов повышается количество квадруполей, что значительно увеличивает время регистрации сигналов и приводит к отсутствию оптимальных серий измерений без привязки к конкретному объекту.

Цель данной работы — увеличение скорости регистрации сигналов аппаратурой электротомографии путем выбора подходящей схемы включения электродов, а также реализация метода прореживания числа электродов без значительной потери точности исследования трехмерного объекта.

Результатом работы является модуль программного средства, позволяющий построить серии измерений для исследования как двумерных, так и трехмерных объектов. Для двумерных исследований реализованы классические наборы квадруполей, для трехмерных — три схемы расположения электродов, а также несколько алгоритмов создания квадруполей на основе этих схем.

В итоге отмечено, что выбор оптимального набора квадруполей для исследования трехмерных тел сильно зависит от априорно известной информации об объекте.

1. Лабораторный практикум по электроразведке. URL: <http://geoelectriclab.com/ZabSU/labpraktikves>.

Научный руководитель — канд. техн. наук, доц. А. А. Власов

НЕЙРОННЫЕ СЕТИ И МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ

УДК 004.93

Обзор семейства алгоритмов подбора признаков Relief

М. А. Большим

Институт автоматизации и электротехники СО РАН, Новосибирск
Новосибирский государственный университет

Большую часть времени специалисты сферы *Data Science* тратят на обработку обучающей выборки для нейронной сети. Набор данных в идеальном случае должен иметь достаточное количество экземпляров для качественной аппроксимации, содержать только ключевые признаки и не иметь противоречащих данных. Каждый перечисленный пункт — это серьезная тема для обсуждений. Но больше всего вопросов вызывает ключевая значимость признаков. Во многих данных ключевые признаки нелинейно, но влияют на то, к какому значению целевого параметра будет относиться объект, и чем более явно выражены эти признаки, тем быстрее происходит аппроксимация функции нейронной сетью. Второстепенные же признаки засоряют данные и усложняют процесс обучения, поскольку часто не имеют как таковой корреляции с целевыми параметрами. Задача нахождения ключевых параметров — один из важных моментов в работе в данной области.

Существует множество алгоритмов, в какой-то степени решающие данную задачу, и большая часть из них основана на статистических методах. Но, как показывает практика, статистические методы в конечном итоге не всегда способны найти в выборке ключевые признаки, а методы, основанные на измерении метрик, вместе с ключевыми признаками временами выделяют наряду с главными признаками и не особо важные.

В данной работе принято рассмотреть алгоритм Relief, первый из которых был разработан в 1992 г. и на сегодняшний день имеет множество модификаций. Первоначальная идея Relief обладает потенциалом, но является сырой и недостаточно реализованной.

В ходе работы были рассмотрены математические аппараты и проведено тестирование модификаций алгоритма Relief на нетривиальной выборке, содержащей все препятствия для выделения ключевых признаков. По итогу работы можно сделать умозаключения, какими недостатками обладают рассмотренные алгоритмы и какие существуют их пути решения.

Научный руководитель — канд. техн. наук, доц. А. В. Кугаевских

Разработка программного обеспечения для совместного анализа психометрических и геномных данных средствами Big Data

А. В. Борзиков

Новосибирский государственный университет

С развитием генетики все чаще проводятся исследования по установлению взаимосвязей между генетическими особенностями человека и его личностными психологическими характеристиками. Для выявления взаимосвязей между этими показателями требуется проведение комплексного анализа большого количества разноплановых данных. Установление статистически значимых взаимосвязей между поведенческими отклонениями и мутациями в геноме дает возможности прогнозирования предрасположенности человека к психиатрическим расстройствам. Одной из актуальных задач в настоящий момент является установление взаимосвязи между генетическими особенностями, факторами внешней среды и риском развития депрессии у человека. На сегодняшний день такие данные анализируются по большей части с помощью применения методов классической статистики, регрессионного и факторного анализа. Однако сейчас не представлено средств для проведения анализа с помощью более сложных моделей машинного обучения, которые позволяют выявить многофакторные взаимосвязи между рассматриваемыми признаками.

В связи с этим возникает потребность в создании системы, которая позволит применять средства машинного обучения для проведения совместного анализа психометрических и геномных данных. Основной задачей разрабатываемой нами системы является определение риска развития депрессии у человека путем решения задачи классификации. Использование такой технологии позволит улучшить качества проводимого анализа психометрических и геномных данных в дальнейших исследованиях.

Нами разработана информационная система для совместного анализа психометрических и геномных данных, позволяющая оценить риск развития депрессии у человека.

В результате нашей работы спроектирована и обучена модель машинного обучения, которая предоставляет инструмент, позволяющий предсказывать риск возникновения депрессии у человека. Также реализована интеграция с внешними сервисами поставки данных для обучения.

Созданная система позволит применять механизмы машинного обучения для анализа психометрических и геномных данных в дальнейших исследованиях, проводимых в смежных областях психологии и генетики.

Научный руководитель — канд. мед. наук, д-р филос. наук, проф. А. Н. Савостьянов

УДК 004.032.26

Обучение нейронной сети для распознавания триггерного слова в голосовом потоке

С. Д. Герасимов

Новосибирский государственный университет

В современном мире задача автоматического распознавания речи (ASR) является актуальной и используется повсеместно. Под автоматическим распознаванием речи понимается создание системы перевода входного аудиопотока в текст. В класс задач по распознаванию речи относятся следующие типы задач: распознавание ключевого (триггерного) слова и общей речи, выявление эмоций по речи и т. д.

Распознавание триггерного слова часто используется в голосовых помощниках для активации некоторой функции. Существуют различные подходы к решению проблемы: от классических ASR-систем, основанных на скрытых цепях Маркова, до различных архитектур нейронных сетей. Сверточные [1] и рекуррентные [2] нейронные сети наиболее распространены для данной задачи, потому что они наименее требовательны к вычислительным ресурсам, а система распознавания обычно работает на устройствах, не обладающих большими вычислительными ресурсами (телефон, умная колонка). Также в последнее время набирает популярность архитектура «трансформер» для решения данной задачи [3].

В рамках настоящей работы разработано ПО на языке программирования Python с использованием библиотек TensorFlow и Keras, обучены несколько моделей нейронной сети на собранных данных, проведено сравнение полученных моделей и выбрана оптимальная.

1. Chollet F. Xception: Deep Learning with Depthwise Separable Convolutions // 2017 IEEE Conf. Comp. Vision Pattern Recognit (CVPR). 2017. P. 1800–1807.
2. Sercan O. Arik, Markus Kliegl, Rewon Child et al. Convolutional recurrent neural networks for small-footprint keyword spotting // Annu. Conf. Int. Speech Commun. Assoc. (INTERSPEECH). 2017. P. 1606–1610.
3. Adya S., Garg V., Sigtia S. et al. Hybrid Transformer/CTC Networks for Hardware Efficient Voice Triggering // Interspeech 2020, 21st Annu. Conf. Int. Speech Commun. Assoc. 2020.

Научный руководитель — д-р техн. наук С. Н. Постовалов

УДК 004.89

Разработка методов определения эмоций пользователя на основе анализа текстовых и звуковых данных

О. А. Гуртуева

Институт математики им. С. Л. Соболева СО РАН, Новосибирск
Новосибирский государственный университет

Задача анализа эмоциональной окраски текстовых и звуковых данных, а также развитие методов фильтрации приобретают все большую актуальность в связи с автоматизацией большинства процессов и широким использованием виртуальных помощников.

Применение методов анализа эмоций при взаимодействии с чат-ботами позволяет наиболее точно выстраивать сценарии для общения с пользователями, а также производить оценку эффективности скриптов, составлять различные отчеты, подсчитывать метрики (например, об удовлетворенности пользователя общением с ботом) и строить графики.

В первую очередь в докладе уделено внимание существующим на данный момент методам решения задачи. Далее в рамках работы предлагается рассмотреть наиболее оптимальный метод распознавания эмоций пользователя на основе изучения текстовых и звуковых данных с помощью анализа интонации голоса и произносимых фраз и дальнейшего использования этой системы как составной части интеллектуального помощника. Такая система в каждый момент времени определяет выраженность заданного набора эмоциональных параметров собеседника, проводя оценку реакции на различные фразы интеллектуального помощника. На основании этого уровень знаний семантической модели пользователя может быть дополнен информацией о его предпочтениях.

Научный руководитель — д-р физ.-мат. наук, доц. Д. И. Свириденко

УДК 004.934.2

**Разработка алгоритма автоматического распознавания речи
с помощью нейросетевых методов обучения
на нулевой обучающей выборке**

И. А. Гусев

Новосибирский государственный университет

Обучение на нулевой обучающей выборке, или *Zero shot learning*, — класс задач машинного обучения, в тестовой выборке которых могут быть классы объектов, ранее не встречаемые в ходе тренировки модели.

На сегодняшний день популярной и важной стала тема быстрой адаптации моделей распознавания речи и их устойчивости к так называемому сдвигу данных. Одним из путей решения этой проблемы является применение методов *Zero shot learning* и организация распознавания через поиск. Соответственно, предложен алгоритм, основанный на выделении основных особенностей входной речи с помощью автокодировщика и поиска наиболее близкого по смыслу текста в собранной базе англоязычных текстов.

Вариационный автокодировщик, или *Variational AutoEncoder (VAE)*, — это генеративная модель, которая учится отображать объекты в заданное скрытое пространство и обратно при помощи вариационного вывода. Как правило, используется для сжатия объектов без потери основных особенностей с целью упрощения работы с ними. Скрытое пространство имеет размерность меньше, чем пространство исходного объекта, что позволяет оставить лишь важные и несущие смысл особенности.

Цель данной работы — обучение системы из двух VAE и проверка гипотезы о применимости разработанного метода для автоматического распознавания речи.

Проверка и обучение модели проводились на датасете LibriSpeech с более чем 200 ч речевых сигналов, в ходе эксперимента проверялась точность алгоритма и возможность его усовершенствования для получения более высокой точности распознавания.

Научный руководитель — И. Бондаренко

Предлагаемые направления диагностики диабетической ретинопатии с использованием нейросетей

Э.Р. Добров

Новосибирский государственный университет
экономики и управления

В статье представлен обзор исследований методов глубокого машинного обучения в решении задач компьютерного зрения в области офтальмологии для диагностирования заболевания глаза. Выбраны статьи, содержащие методы анализа изображений для диагностирования диабетической ретинопатии с использованием нейросетей.

Цель данной работы — разработать информационную систему диагностирования наличия поражения органа зрения по изображениям глаза с помощью нейронных сетей. Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) определить популярные методы анализа изображений глаза в диагностировании диабетической ретинопатии;
- 2) отметить достоинства и недостатки отобранных методов;
- 3) рассмотреть возможности улучшения используемых подходов распознавания изображений органов зрения при определении диабетической ретинопатии;
- 4) разработать модель искусственной сверточной нейронной сети для распознавания изображений.

Набор открытых тренировочных и тестовых данных изображений глаза представляет собой группы снимков каждого класса, структурированных по пятибалльной шкале в зависимости от степени тяжести заболевания.

Классификация — это отнесение ранее неизвестных объектов к тому или иному классу. Примером такого случая является диагноз заболевания, при котором пациент болен или нет.

По итогам анализа методов диагностирования диабетической ретинопатии на основе нейронных сетей определены направления по улучшению достижений в задаче распознавания изображений глаза.

Предложения по решению обозначенных задач будут предприняты в рамках диссертационного исследования.

Модель сверточной нейронной сети для диагностирования наличия симптомов болезни глаза у пациентов будет внедрена в деятельность консультативно-диагностического заведения в области офтальмологии.

Научный руководитель — канд. техн. наук, доц. С.Н. Терещенко

УДК 004.855.5

**Разработка нейронной сети для диагностики
риска депрессии по данным парадигмы «стоп-сигнал»**

М. О. Зеленских

Новосибирский государственный университет

В настоящее время возможность спрогнозировать результат развития системы является залогом ее успешного функционирования. Повышение качества и объема информации, усложнение ее представления, необходимость обнаруживать скрытые связи делают неэффективным, а чаще всего невозможным применение классических статистических методов прогнозирования. Среди разнообразных способов прогнозирования особое место занимают методы, основанные на использовании искусственных нейронных сетей. Основная задача нашей работы — создание нейронной сети, прогнозирующей риск возникновения депрессии у человека, используя данные, полученные с помощью системы тестирования показателей моторного контроля.

Парадигма «стоп-сигнал» (ССП) — это экспериментальный метод, позволяющий оценить способность человека активировать целенаправленные движения или подавлять движения, ставшие неадекватными внешним условиям. В современной медицине ССП чаще всего применяется для диагностики двигательных нарушений, таких как болезнь Паркинсона или последствия инсульта. Мы предположили, что ССП может служить основой для выявления риска развития аффективных заболеваний, включая депрессию. В разрабатываемой нами нейронной сети предполагается комбинирование таких поведенческих показателей, как количество пропущенных и правильных ответов, среднее время, число верных стоп-сигналов. Такой набор показателей обеспечит повышенную точность прогнозирования наличия депрессии у человека.

В ходе работы проведено исследование взаимосвязи нарушений моторного контроля и наличия депрессии у человека; изучены научные статьи по методикам обнаружения нарушений показателей моторного контроля и методикам определения наличия депрессии; проанализированы существующие ПО для когнитивных онлайн-экспериментов; разработана нейронная сеть, которая с точностью 75 % прогнозирует наличие риска депрессии по сбалансированному набору данных, полученному при обследовании здоровых людей и пациентов с депрессией.

Научный руководитель — д-р филос. наук, проф. А. Н. Савостьянов

Методы защиты машинного обучения от состязательных атак

И. В. Исаков

Новосибирский государственный технический университет

Одним из активно развивающихся и повсеместно применяемых инструментов современного машинного обучения является использование глубоких нейронных сетей в качестве обучаемого алгоритма.

Глубокие нейронные сети показывают высокие результаты в широком спектре задач машинного обучения. Причиной этого является способность нейронных сетей выявлять различные зависимости в данных, а также возможность обработки больших данных.

На сегодняшний день большинство разрабатываемых методов и алгоритмов направлены на достижение максимальной точности работы обучаемых моделей. Однако такой подход привел к серьезной проблеме.

Обнаружена проблема неустойчивости нейронных сетей, которая выражается в возможности выполнения манипуляций, приводящих к ошибочным результатам ее работы. В связи с этим возникает возможность для проведения разного рода атак. Существуют различные классификации атак в зависимости от этапа жизненного цикла нейросети (обучение, промышленная эксплуатация), знаний атакующего о системе и т. д. Разумеется, указанная проблема создает серьезную брешь в безопасности нейронных сетей и ставит под сомнение целесообразность их использования в задачах с высокой ответственностью и критических системах. Поэтому крайне важным является изучение и устранение данного эффекта.

Научный руководитель — ст. преподаватель Р. А. Пермяков

УДК 004.932.2

Применение сверточных нейросетей для выделения отражающих границ в сейсмических изображениях

А. П. Козьяков

Новосибирский государственный университет

Выделение отражающих границ (горизонтов) в сейсмических изображениях является важным этапом структурной интерпретации сейсмических данных. Точность выделения горизонтов напрямую влияет на качество построения моделей месторождений.

Выделение горизонтов сводится к задаче определения относительного геологического времени в каждой точке сейсмического куба. Для этого применяются как детерминистические методы, так и решения, основанные на применении сверточных нейросетей.

Двухмерные сверточные нейросети уже показали высокую точность в задаче выделения сейсмических горизонтов на разрезах сейсмических кубов [1]. Однако работа с разрезами исходного куба как с независимыми изображениями имеет ряд недостатков: требуются дополнительные операции на этапе обработки входных и выходных данных (разбиение сейсмического куба на разрезы и собирание результатов воедино); не учитываются признаки, которые могут быть получены нейросетью из соседних разрезов.

Основная цель работы — разработка трехмерной сверточной нейросети для выделения сейсмических горизонтов, основанной на архитектуре U-Net [2] с использованием операций трехмерной свертки.

В результате работы была разработана модель нейросети, определяющая относительное геологическое время в каждой точке сейсмического куба. Искомые горизонты извлекаются путем построения изоповерхностей в выходных данных. Для создания обучающей выборки разработан алгоритм генерации синтетических данных и обучающей разметки (относительного геологического времени). Для оценки точности выделения горизонтов произведено сравнение результатов, полученных с помощью разработанной модели, детерминистических алгоритмов и двухмерной U-Net.

1. Geng Z., Wu X., Shi Y., Fomel S. Deep learning for relative geologic time and seismic horizons // *Geophysics*. 2019. Vol. 85, № 4. P. WA87–WA100.
2. Ronneberger O., Fischer P., Brox T. U-Net: Convolutional networks for biomedical image segmentation // *Int. Conf. Med. Image Comput. Comput.-Assisted Intervention*. Springer, Cham, 2015. P. 234–241.

Научный руководитель — д-р физ.-мат. наук, доц. Г. М. Митрофанов

Поиск оптимальных 2D-моделей нейронной сети U-Net для решения задачи семантической сегментации томографических изображений гидратосодержащих образцов

Т.О. Колесник

Новосибирский государственный университет

Синхротронная компьютерная томография позволяет получать трехмерные изображения внутренней структуры образцов породы с высоким временным и пространственным разрешением. Для анализа процессов, протекающих в исследуемом образце, проводится его многократное повторное сканирование. Возникает необходимость в разработке алгоритмов автоматической сегментации больших объемов данных компьютерной томографии.

На примере сегментации томографических изображений газогидратных образцов ранее было предложено решение на базе архитектуры сверточной нейронной сети U-Net [1]. Данная архитектура показала улучшение качества сегментации по классу гранулы сравнительно с другими реализациями сетей-автоэнкодеров. Однако найденное решение не удовлетворяло ограничению на время сегментации входного потока томографических данных при проведении динамической съемки.

Цель данной работы — нахождение оптимальной реализации модели U-Net с точки зрения сложности модели и достижимого качества сегментации. Для этого был проведен анализ моделей по пространству гиперпараметров, ограниченным переменными количества обучаемых фильтров в операциях свертки, регуляризации их выходов и способа увеличения разрешения в части сетевого декодера.

В результате предложено решение в виде пятиуровневой модели U-Net, использующей в 2 раза меньшее количество обучаемых фильтров свертки со смещением их выходов. Также слой обратной деконволюции был заменен на слой повышения разрешения билинейной интерполяцией и сверточный слой с уменьшением количества фильтров в 4 раза. Предлагаемая имплементация модели позволяет достичь сопоставимого качества сегментации в 94,7 % за то же количество эпох обучения, но при этом сложность модели уменьшилась с 31 до 7 млн параметров.

1. Колесник Т.О. Применение сверточных нейронных сетей для сегментации томографических изображений гидратосодержащих образцов // Материалы 59-й Междунар. науч. студ. конф. МНСК-2021. Сер. Информ. технологии. Новосибирск: НГУ, 2021. С. 90.

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук, доц. А.А. Дучков

УДК 519.237.7

Обобщение метода понижения размерности t-SNE

М. А. Кочанов, М. В. Пакулич

Новосибирский государственный университет

Задача понижения размерности является одной из важных задач разведочного анализа данных для выявления структуры многомерных данных. Существует достаточно большое число методов понижения размерности. Наиболее известный — метод главных компонент, который линейно проецирует точки из пространства большой размерности в пространство меньшей размерности. В настоящее время более наглядными считаются методы, проецирующие точки с помощью нелинейного отображения, такие как t-SNE и UMAP, в которых используется следующий принцип: близкие точки в исходном пространстве должны быть близкими в пространстве меньшей размерности.

Недостатком этих методов является излишнее внимание к локальной структуре и потеря информации о глобальной структуре многомерных данных.

Цель данной работы — разработка нового метода понижения размерности путем замены t-распределения Стьюдента на обобщенное гауссовское распределение.

В ходе работы было проведено исследование нового подхода и его сравнение с существующими методами.

Научный руководитель — д-р техн. наук С. Н. Постовалов

Механизм формирования обучающей выборки с выделением прогнозоформирующих предикторов для каскада нейронных сетей

А. К. Крутиков

Вятский государственный университет

Для планирования и прогнозирования высших достижений в сфере профессионального спорта специалисты используют различные математические аппараты, такие как методы математической статистики, байесовское прогнозирование временных рядов, *Data Science* и некоторые другие. Искусственные нейронные сети (ИНС) также являются эффективным инструментом для обработки необходимых данных и решения задачи прогнозирования как задачи аппроксимации функции от нескольких аргументов. Исходные данные при этом могут быть различными по формату, типу, содержанию, соответствовать только конкретным спортивным дисциплинам и видам или быть универсальными.

Специалистами лаборатории «Интеллектуальные системы» ВятГУ предложена архитектура системы прогнозирования на основе каскада ИНС. Нейросетевые модули различного типа распределены по нескольким ярусам каскадной организации системы. Начиная с первого яруса, на каждый последующий ярус поступают данные промежуточных расчетов (прогнозов), формирующие следующие прогнозные значения. Выходные данные последнего яруса и будут являться результатами прогноза в целом. Прогноз детализируется на каждой ступени каскада, при этом количество прогнозоформирующих предикторов от яруса к ярусу может как уменьшаться, так и увеличиваться. Однако для специалистов важным показателем будет являться возможность определения тех предикторов в исходной выборке, которые оказывают наиболее сильное влияние на итоговый результат прогноза. Конечно, процесс определения таких предикторов начинается с создания специализированных обучающих выборок. Предлагаемый механизм формирования обучающих выборок базируется на идее присвоения каждому параметру (предиктору) выборки особого веса в соответствии с полученной ошибкой обучения (или ошибкой обобщения). Если при удалении данного параметра из выборки ошибка обучения не превышает определенного, заданного пользователем значения, то параметр считается «не ключевым». Для определения ошибки могут быть использованы такие метрики, как MSE или MAE. Таким образом, последовательно обучаются все модули в каждом ярусе каскада. Недостатком такого алгоритма пока являются значительные временные затраты на итерационное переобучение модулей.

Научный руководитель — канд. техн. наук, доц. В. Ю. Мельцов

УДК 004.8

Семантическая сегментация изображений в проекте *Duckietown* с использованием нейросетевых алгоритмов

К. С. Ланчуковская

Новосибирский государственный университет

Семантическая сегментация занимается обнаружением групп пикселей, каждая из которых составляет единый смысловой объект, относящийся к определенному классу. Применимость данной задачи обширна и затрагивает активно развивающиеся тренажеры, позволяющие снизить риски при разработке беспилотных управляющих систем. Одним из таких тренажеров является *Duckietown* — открытый исследовательский проект, направленный на разработку и изучение алгоритмов управления автономными роботами, у которых есть свои особенности: низкая мощность процессора, мультяшность изображений (четкие линии, яркие цвета) и то, что единственным датчиком является камера, которая вносит искажения на изображение, из-за чего картинка выглядит вогнутой и ее необходимо нормализовать для дальнейшего использования. Все это накладывает ограничения на задачу семантической сегментации, которая на данный момент не решена в *Duckietown*.

Цель данной работы — разработка модуля, который будет использовать адаптированные алгоритмы семантической сегментации для тренажера *Duckietown*.

В работе исследованы нейросетевые алгоритмы, основанные на сетях U-Net, SegNet, DeepLab-v3, FC-DenseNet и PSPNet, предназначенных для семантической сегментации изображений. Проведены эксперименты, позволившие оценить точность алгоритмов семантической сегментации на таких классах объектов *Duckietown*, как дорога, уточка в роли пешехода, дорожная разметка (красная, желтая, белая) и *Duckiebot*.

Научный руководитель — канд. техн. наук Т. В. Лях

Прогнозирование нагрузки на облачный сервер ансамблем нейронных сетей

Д. Е. Литвиненко

Новосибирский государственный университет

Рассмотрим ежеминутную нагрузку на облачный сервер, предоставляющий пользователям вычислительные ресурсы по запросу. Это временной ряд, точные краткосрочные прогнозы значений которого позволяют серверу производить перераспределение ресурсов заранее, что повышает эффективность его работы.

В последнее время большой популярностью в прогнозировании временных рядов пользуются нейронные сети. Их многослойные архитектуры позволяют извлекать более высокоуровневые паттерны из временного ряда, на что многие классические модели машинного обучения оказываются неспособны.

Кроме того, себя зарекомендовал подход объединения множества различных (базовых) моделей в одну, называемую ансамблем. Результатом прогноза ансамбля является некоторая функция от прогнозов базовых моделей (к примеру, среднее значение).

Основная цель данной работы — исследование свойств моделей, получаемых при совмещении вышеуказанных подходов, в том числе и еще не представленных в литературе.

Эксперименты ведутся на наборе данных [1], используемом во многих схожих исследованиях для демонстрации точности предлагаемых в них способов прогнозирования. Это позволяет оценить относительное качество прогноза исследуемых моделей и отсутствие ошибок при их валидации.

1. Reiss C., Wilkes J., Hellerstein J. L. Google cluster-usage traces: format + schema // Technical Report. Google Inc. Mountain View, CA, USA, 2011.

Научный руководитель — д-р техн. наук В. Б. Бериков

УДК 004.91

**Фильтрация научных публикаций
на основе наличия функциональной связи
между молекулярно-биологическими объектами,
выявленной с использованием методов
глубокого машинного обучения**

В. П. Ложников

Новосибирский государственный университет

В настоящее время в области биологии и биомедицины накоплено большое количество публикаций (более 30 млн), представляющих результаты научных исследований в неструктурированном текстовом виде. Для автоматического извлечения знаний из таких объемов текста разработана программно-информационная система ANDSystem [1].

ANDDigest — это веб-модуль системы ANDSystem, позволяющий осуществлять поиск по научным публикациям, имеющимся в базе [2]. В частности, поисковый запрос может содержать пару молекулярно-биологических объектов из словарей ANDSystem.

Цель работы — разработка инструмента, выполняющего фильтрацию научных публикаций, найденных по запросу в ANDDigest, на основе наличия функциональной связи между объектами из запроса.

Для выявления наличия функциональной связи использованы методы глубокого машинного обучения, применение которых требует наличия обучающих выборок. Необходимо было разработать метод формирования пар взаимодействующих объектов, чтобы в дальнейшем на их основе строить обучающие выборки текстов.

Для определения степени взаимодействия между парой объектов использован коэффициент совстречаемости, показывающий, как часто два объекта встречаются рядом в текстах публикаций.

Обучена нейронная сеть, решающая задачу регрессии и предсказывающая возможный коэффициент совстречаемости для пары объектов на основе контекста предложения, в котором они встречаются. По результатам предсказаний нейронной сети предполагается выполнять фильтрацию публикаций, найденных по запросу в ANDDigest.

1. Ivanisenko V.A. et al. ANDSystem: an Associative Network Discovery System for automated literature mining in the field of biology // BMC Syst. Biol. 2015. Vol. 9. S2.
2. Ivanisenko T.V. et al. ANDDigest: a new web-based module of ANDSystem for the search of knowledge in the scientific literature // BMC Bioinformatics. 2020. Vol. 21. 228.

Научный руководитель — канд. биол. наук, доц. В. А. Иванисенко

УДК 004.93

Разработка биологически подобной топологии сверточной нейронной сети для выявления и анализа движения

А. Д. Мангараков

Новосибирский государственный университет

Компьютеризированная обработка и автоматический анализ видеоконтента в последние годы набирает все большую популярность. Наибольший интерес при анализе видеоконтента представляет движение объектов. Проблема анализа движения решается с помощью нейросетей рекуррентной архитектуры или задачи расчета оптического потока. Существующие подходы предъявляют высокие требования к вычислительным мощностям и объему памяти.

Разработанная биологически подобная сверточная архитектура сети для выявления и анализа движения за счет отсутствия рекуррентных связей позволит уменьшить требования сети к памяти и вычислительным мощностям, а также предоставит возможность реализовать данную нейросеть в «железе», с помощью которой можно значительно увеличить скорость ее работы.

Цель работы — разработка биологически подобной сверточной нейронной сети для выявления и анализа движения и сравнение ее с существующими подходами.

В рамках работы проведен сравнительный анализ существующих подходов к выделению движения. Многие подходы в той или иной форме эксплуатируют идею оптического потока. Особый интерес представляют пространственно-временные сверточные нейронные сети. Также проведено сравнение биологически подобной модели нейрона детекции движения с существующими подходами.

Научный руководитель — канд. техн. наук, доц. А. В. Кугаевских

УДК 004.89+616.079

Применение методов сжатия к нейросетевой модели сегментации острого ишемического инсульта

Д. И. Михайлапов

Новосибирский государственный университет

Развиваемые в работе методы искусственного интеллекта и глубокого обучения направлены на то, чтобы помочь врачу-рентгенологу в анализе и интерпретации изображений компьютерной томографии. Инсульт — нарушение мозгового кровообращения с повреждением тканей мозга. Среди всех диагнозов инсульта 70–85 % занимает ишемический инсульт. Проведены исследования применения модели нейронной сети на архитектуре U-Net и ее модификаций к данной задаче [1–3]. Такая архитектура основана на сверточных слоях и использует технику *Skip Connection*, а ее модификации добавляют механизм *Attention*. Это позволяет добиться высокой точности в сегментации пораженных областей мозга, однако такие модели имеют высокие требования к вычислительным мощностям и памяти устройств, что усложняет их практическое использование на рабочих станциях КТ.

Цель данной работы — исследование применения методов ускорения и сжатия имеющихся моделей с учетом специфики задачи компьютерной томографии мозга. В частности, используется метод 8-битного квантования. Данный метод позволяет уйти от вычислений с плавающей точкой (float32) к целочисленным (int8), что обеспечивает более компактное представление модели и применение высокопроизводительных векторизованных операций на многих аппаратных платформах. Для получения сравнительных результатов работы моделей используется OpenVINO Toolkit от Nvidia. Реализация написана на языке Python (библиотека Pytorch).

1. Nedel'ko V. et al. Comparative Analysis of Deep Neural Network and Texture-Based Classifiers for Recognition of Acute Stroke using Non-Contrast CT Images // 2020 Ural Symp. Biomed. Eng., Radioelectronics Inf. Technol. (USBREIT). IEEE, 2020. С. 376–379.
2. Kalmutskiy K., Tulupov A., Berikov V. Recognition of Tomographic Images in the Diagnosis of Stroke // Int. Conf. Pattern Recognit. Springer, Cham, 2021. С. 166–171.
3. Pnev S., Tulupov A., Berikov V. Modified U-Net with Different Attention Mechanisms for Acute Ischemic Stroke Segmentation using Non-Contrast CT // 2021 Ural Symp. Biomed. Eng., Radioelectronics Inf. Technol. (USBREIT). IEEE, 2021. С. 0133–0136.

Научный руководитель — д-р техн. наук, доц. В. Б. Бериков

Алгоритм кластеризации и поиска изображений в базах данных

С. А. Николаев, В. С. Королев, А. А. Шаров

Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники

Многие процессы, выполняющиеся ранее вручную, в настоящий момент требуют формализации и последующей алгоритмизации для возможности их выполнения автоматически, без участия человека. Данное явление является следствием ежегодного увеличения объема обрабатываемой информации. Этим обуславливается актуальность такого направления, как распознавание объектов определенного класса, т. е. одного из основных понятий, применяемых в области автоматической обработки информации. В частности, к описанной сфере исследования относится и поиск изображений в больших базах данных.

Задачу поиска изображений в БД можно условно разделить на два вида, т. е. на поиск изображений по графическому содержанию и по текстовым аннотациям, размещенным, например, рядом с изображением. Второй вид поиска изображений в данной работе рассматриваться не будет. При необходимости он может использоваться как дополнительная функция, предусмотренная в системе автоматического поиска.

Цель данной работы — провести сравнительный анализ существующих алгоритмов кластеризации и поиска изображений в базах данных по различным графическим характеристикам и разработать модификацию алгоритма агломеративной кластеризации для повышения качества кластеризации и возможности поиска по разнородным коллекциям.

Основная идея заключается в разработанной функции синтеза, которая позволяет увеличить качество поиска путем учета ситуации, когда ранг объекта равен нулю, т. е. объект не присутствует в списке, в этом случае функция уменьшает значение результирующего ранга элемента при условии, что вес списка больше нуля. Также при использовании данного подхода не учитывается значение списка с нулевым весом, при этом не имеет значение, сколь высокого ранга элемент в нем содержится.

Результатом работы является алгоритм поиска, который устойчив к отклонениям от исходного изображения, а именно: наложение шума, редактирование, изменение яркости, наложение эффектов, потеря частиц изображения, загораживание изображения.

Научный руководитель — д-р физ.-мат. наук, проф. И. Г. Боровской

УДК 004.93

Разработка сплайновой трехмерной сверточной нейронной сети

Е. А. Сараева

Новосибирский государственный университет

В современном мире широко используются сверточные нейронные сети для автоматизации классификации и распознавания образов. Постепенно возрастает сложность нейронных сетей, поскольку задачи становятся более глобальными. В трехмерных нейронных сетях существует несколько серьезных проблем, требующих решения, например неустойчивость к незначительным изменениям входного трехмерного объекта.

Задача распознавания и классификации трехмерных объектов решается в основном путем построения графов и мешей, с которыми впоследствии работает нейронная сеть. Использование NURBS-поверхностей, являющихся частным случаем поверхностей Безье, в качестве ядра свертки предположительно позволит снизить требования к памяти, так как понадобится хранить не все точки ядра, а только управляющие вершины сплайна, а также повысить устойчивость сверточной нейронной сети.

Цель работы — разработка и исследование архитектуры сверточной нейронной сети с использованием NURBS-поверхностей.

В рамках работы разработан специальный сверточный слой, использующий NURBS-поверхности в качестве ядра свертки. В процесс обучения сети были внесены изменения в части расчета градиента. По сути, рабочая гипотеза по оптимизации состоит в том, чтобы минимизировать расстояние между поверхностью обучаемого объекта и поверхностью ядра свертки.

Научный руководитель — канд. техн. наук, доц. А. В. Кугаевских

УДК 004.93

Разработка нейронной сети прогнозирования параметров многофазного потока со скважины

А. В. Сидоров

Новосибирский государственный университет

Добыча нефти — одна из самых крупных отраслей в промышленности. Во время добычи нефти со скважин поступает многофазный поток флюидов — одновременный поток материалов с двумя термодинамическими фазами и более. В нефтедобывающих скважинах сырая нефть представляет собой трехфазный поток «газ — нефть — вода». Оценка расхода каждой из фаз позволяет определить производительность скважины, а также спрогнозировать дальнейшую производительность.

Для измерения параметров потока используются рентгеновское или гамма-излучение, которое пропускается через поток. Затем замеряется число фотонов различных энергий 32; 81 и 356 кЭв, а также общее число фотонов.

В рамках работы изучены данные с реальной скважины с целью определения корреляционной зависимости между измеряемыми параметрами и расходом каждой из фаз.

Основной гипотезой является возможность определения расхода каждой из фаз при отсутствии нескольких измерений, т. е. когда имеются неполные данные о числе фотонов.

Поставлены эксперименты по вычислению расходов фаз с использованием архитектур нейронных сетей, таких как MLP и LSTM.

В результате эксперимента с MLP не удалось вычислить параметры потока с применением лишь данных о числе фотонов, поэтому были добавлены дополнительные данные о вязкости и плотности потока. После этого нейронная сеть начала вычислять параметры потока с точностью 60 %. Но добавление дополнительных данных противоречит основной гипотезе о сокращении числа измерений.

Выдвинуто предположение о наличии временной зависимости в данных, поэтому для следующего эксперимента использовалась нейронная сеть с долгой краткосрочной памятью (LSTM).

Удалось вычислить параметры потока с точностью в 80 %, применяя только одно измерение числа фотонов. Из чего следует вывод, что существует линейная зависимость между числом фотонов и параметрами потока. Также с использованием двух измерений числа фотонов с «высокой» и «низкой» энергией удалось обучить нейронную сеть с точностью в 91 %.

Научный руководитель — канд. техн. наук А. В. Кугаевских

УДК 004.8

Характеризация однородного шара по картине светорассеяния с использованием нейронных сетей

М. М. Ульянова

Институт химической кинетики и горения
им. В. В. Воеводского СО РАН, Новосибирск
Новосибирский государственный университет

Обратные задачи светорассеяния часто встречаются во многих областях физики. Потребность в их решении и отсутствие универсального подхода породили множество методов, обладающих своими преимуществами и недостатками. В данный момент наибольший интерес вызывают возможности нейронных сетей и глубокого обучения.

Цель данной работы — определение возможностей решения обратной задачи светорассеяния в самом простейшем случае: характеристики однородного шара в отсутствие поглощения по измеренной интенсивности рассеяния, разрешенной по углу. Подход, основанный на глубоком обучении, потенциально позволяет в дальнейшем на основе полученной нейронной сети расширить область применения на более сложные модели исследуемых частиц [1]. В основу архитектуры легли сверточные слои, так как они устойчивы к экспериментальному шуму [2].

В ходе работы насчитана обучающая выборка картин рассеяния (индикатрис) по теории Ми в широком диапазоне размеров и показателей преломления, покрывающих большинство измеряемых биологических объектов. Опробовано множество различных архитектур, включая архитектуры компьютерного зрения ResNet, переконструированные для задачи регрессии, а также архитектуры с полносвязными и многоканальными сверточными слоями. Кроме того, с целью увеличения точности работы сети использованы алгоритмы изменения шага оптимизации и другие методы, предотвращающие затухание градиента. Полученные результаты сопоставимы с опубликованным ранее без применения подходов глубокого обучения.

1. Zhuang F., Qi Z., Duan K. et al. A Comprehensive Survey on Transfer Learning // arXiv:1911.02685 [cs, stat]. 2020.
2. Jin K. H., McCann M. T., Froustey E. and Unser M. Deep Convolutional Neural Network for Inverse Problems in Imaging // IEEE Trans. Image Process. 2017. Vol. 26. P. 4509–4522.

Научный руководитель — А. В. Романов

Нейросетевой анализ данных во временных рядах

А. А. Шаров, В. С. Королев, С. А. Николаев

Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники

С древних времен человечество стремилось сохранить накопленную информацию. Для этого изобреталась письменность, было создано книгопечатание, а затем и компьютеры. С ростом количества данных появилась потребность в их анализе. Поскольку человек может работать лишь ограниченное время и способен совершать ошибки, для анализа данных выгоднее использовать нейронные сети. При качественно обученной модели они способны найти необходимые данные в кратчайшие сроки с минимальным процентом ошибок.

Примером данных, для которых выгодно использовать нейронные сети, — временные ряды. Это упорядоченная последовательность показателя на несколько периодов времени — часто какие-либо данные, собранные с датчиков, требующие последующего анализа.

Первым шагом перед работой с данными временных рядов является кластеризация. Это позволяет причислить данные к определенной группе, что существенно ускоряет их анализ. Для кластеризации требуется выполнить следующие шаги: произвести сжатие данных, определить меры сходства между двумя временными рядами, использовать алгоритм кластеризации, определить критерии оценки результатов кластеризации.

Кластеризация позволяет разделить схожие данные на группы. Следующим шагом необходимо обнаружить, какая из данных групп является аномалиями в данных. Для этого стоит использовать нейронную сеть. Ее необходимо предварительно обучить, генерируя для нее типичные отклонения, которые регистрируются датчиками. Данная сеть позволит проанализировать кластер с предполагаемыми ошибками, вычленив из него проблемные данные, которые вызваны некоторыми сбоями.

Такой метод применим для поиска аномалий во временных рядах, точность его работы зависит от качества сгенерированных данных для обучения нейронной сети, однако использование этого подхода может обеспечить наибольшую эффективность нежели классическая кластеризация.

Научный руководитель — д-р физ.-мат. наук, проф. И. Г. Боровской

УДК 004.032.26

Решение задач комбинаторной оптимизации сетью Хопфилда с синапсами на основе мемристоров

А. А. Шумаев

Новосибирский государственный университет

Задачи комбинаторной оптимизации часто возникают на практике. Их решение сводится к перебору большого числа вариантов. Метод ветвей и границ гарантирует получение оптимального решения, но требует экспоненциального времени. В связи с этим большую популярность приобрели многочисленные эвристики, позволяющие получить субоптимальное решение оптимизационной задачи за полиномиальное время. Подкласс таких эвристик образуют рекуррентные нейронные сети хопфилдовского типа (сеть Хопфилда, машина Больцмана и др.). Эффективность нейронной сети Хопфилда повышается при введении в эту сеть механизма отжига, который позволяет использовать эту сеть для поиска глобального минимума целевой функции.

Одной из основных проблем реализации нейронных сетей на сверхбольших интегральных схемах является создание эффективной схемы синапса. Множество способов предложено для создания синапсов с использованием как пассивных, так и активных элементов, например: резисторов, конденсаторов и транзисторов с плавающим затвором. Эти элементы имеют недостатки. Применение резисторов значительно уменьшает гибкость схемы. Схемы с конденсаторами имеют проблемы с утечкой тока, а использование транзисторов с плавающим затвором приводит к высокому энергопотреблению. Мемристор лишен перечисленных недостатков и ведет себя как синапс, он запоминает полный электрический заряд, прошедший через него. Емкость памяти на мемристорах в несколько раз превышает емкость флеш-памяти. Уникальное свойство энергонезависимого хранения информации делает мемристор многообещающим устройством для создания больших нейроморфных систем.

В данной работе проводится исследование программной реализации механизма отжига в сети Хопфилда, которая использует мемристоры для задания весовых коэффициентов синапсов. Модель сети Хопфилда тестируется на решении ряда задач комбинаторной оптимизации.

Научный руководитель — канд. техн. наук, доц. М. С. Тарков

Разработка требований для метода оценки алгоритмов поиска архитектур нейронных сетей

А. С. Щербин

Новосибирский государственный университет

Оптимизация архитектуры нейронной сети становится все более актуальной задачей в связи с возникновением большого числа программных продуктов, основанных на этой технологии. От архитектуры зависит точность сети после обучения, время ее работы, количество памяти, которое требуется для хранения весов, а также многие другие параметры.

Разработка архитектур может производиться исследователями вручную, а может быть автоматизирована. Автоматизированный подбор архитектуры может быть реализован через поиск — выбор из некоторого пространства возможных архитектур [1].

Для оценки качества алгоритмов поиска архитектур применяется несколько методов [2, 3]. В них используются наборы данных, полученные путем обучения большого числа нейронных сетей разных архитектур, что является вычислительно сложной задачей.

В докладе будет представлено сравнение имеющихся методов, приведен анализ их особенностей, а также сформулированы требования к собственному методу оценки качества алгоритмов поиска архитектур нейронных сетей.

1. Pengzhen, Ren A Comprehensive Survey of Neural Architecture Search: Challenges and Solutions // ACM Comput. Surv. 2020. Vol. 37, № 4, Article 111. URL: <https://arxiv.org/pdf/2006.02903.pdf> (дата обращения 09.02.22).
2. Ying C. NAS-Bench-101: Towards Reproducible Neural Architecture Search // Proc. 36th Int. Conf. Machine Learning, Long Beach, California, PMLR 97, 2019. URL: <https://arxiv.org/pdf/1902.09635.pdf> (дата обращения 09.02.22).
3. Dong, X. Nas-Bench-201: Extending the Scope of Reproducible Neural Architecture Search // Published as a conference paper at ICLR. 2020. URL: <https://openreview.net/forum?id=HJxyZkBKDr> (дата обращения 09.02.22).

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук, доц. Г. Э. Яхьяева

ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ

УДК 004.4'242

Разработка библиотеки параллельного программирования с автоматизированной настройкой параметров

И. Н. Баранов

Новосибирский государственный университет

Для решения однотипных задач, отличающихся только входными данными, пишут универсальные программы, результат выполнения которых зависит от переданных в программу параметров. Кроме того, некоторые параметры могут влиять не на результат вычислений, а, например, на скорость выполнения программы или количество затраченной в ходе исполнения программы оперативной памяти. Подобрать оптимальные параметры реализации, влияющие на потребляемые программой ресурсы, не всегда простая задача, и, как правило, с ней может хорошо справиться только эксперт, а обычный пользователь не в состоянии подобрать параметры таким образом, чтобы добиться максимальной эффективности программ.

При написании параллельных программ различные параметры реализации могут сильно влиять на скорость вычисления итогового результата, поэтому в многопроцессорных и многопоточных программах проблема подбора оптимальных параметров стоит очень остро.

За решение данной проблемы брались большие компании, однако ни одно из решений не является универсальным. Таким образом, данная проблема до сих пор актуальна и требует современных подходов к ее решению. Проблему можно решить, разработав средство, которое позволит описать знания эксперта в виде скрипта, и на основе этих знаний автоматически подбирать оптимальные параметры.

Цель данной работы — разработка средства подбора параметров на основе описанных в виде скрипта знаний эксперта, а также библиотеки параллельного программирования для работы с распределенными массивами, на которой это средство можно протестировать.

В результате работы проведено исследование существующих средств, позволяющих автоматически подбирать оптимальные параметры в параллельных программах. Написана параллельная программа с помощью разработанной библиотеки параллельного программирования, решающая прикладную задачу и принимающая некоторый набор параметров. Разработан скриптовый язык для описания знаний эксперта в области подбора параметров, а также транслятор для него. Протестирован процесс подбора параметров для цели минимизации времени выполнения программы.

Научный руководитель — С. Е. Киреев

УДК 004.75

Распределенный алгоритм миграции Кирхгофа с аппроксимацией времен пробега нейронной сетью

Г. Ю. Зобнин, Р. Б. Джаркинов, Г. Ф. Конюхов

Новосибирский государственный университет

Сейсморазведка — один из ведущих методов исследования в разведочных задачах. Одним из важнейших этапов обработки сейсмических данных является процедура миграции Кирхгофа, которая преобразует сейсмические данные в изображение геологической среды. Данный алгоритм является вычислительно сложной процедурой, так как при площадных съемках генерируются большие данные, а также для детального изображения требуется большая сетка и хранение большой таблицы времен пробега. Поэтому необходима параллельная реализация на распределенных системах. Таким образом, появляется задача разработки распределенного алгоритма миграции Кирхгофа.

Суть алгоритма заключается в следующем: первым шагом задается сетка сканирования, далее идет расчет времен пробега из точек сетки до источников/приемников, в конце производится суммирование отсчетов в трассах на этих временах. Процедура суммирования распределяется по областям сетки: для оптимального распределения ресурсов использована сеточная топология процессов с соответствующим разбиением исследуемой среды. Классическим способом получения времен является применение заранее предрасчитанных таблиц, которые хранятся на диске. Считывание с диска — долгая операция, поэтому появилась идея аппроксимации времен пробега нейронной сетью во время вычислений. Также предсказания нейронной сетью на GPU происходит быстрее, чем вычисления времен решением уравнения эйконала.

Написан модуль на C++ с распараллеливанием суммирования по точкам с использованием OpenMP. Также обучена нейронная сеть с метриками: MSE — $2.27e-6$, MAE — $1.00e-3$. Разработано приложение на языке Python с возможностью его установки с помощью пакетного менеджера pip.

Авторы выражают благодарность М. О. Вершинину за помощь и консультации при проведении исследования.

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук, доц. А. А. Дучков

УДК 004.4'2

Разработка и реализация фреймворка для разложения матриц для распределенных ЭВМ

А. Ю. Кудинов

Новосибирский государственный университет

Вычислительная линейная алгебра — один из базовых инструментов научных исследований. Одной из классических задач в вычислительной линейной алгебре является разложение матрицы. Для ее решения существуют различные методы, такие как LU, QR, разложение Холецкого и пр.

Реализация распределенных версий алгоритмов является трудозатратной, так как, помимо осуществления вычислений, необходимо реализовать коммуникации и обеспечить корректность обхода данных, распределенных между процессами.

Цель данной работы — снижение трудозатрат при реализации эффективных распределенных алгоритмов разложения матриц.

Разработан общий подход к реализации методов разложения матриц для распределенных ЭВМ, в котором обобщенно главное тело алгоритмов разложения и все коммуникации между процессами.

В существующих решениях в рамках каждого алгоритма разложения матриц реализованы коммуникации и обход данных. Применение разработанного подхода позволяет переиспользовать единую реализацию основного тела и коммуникаций для всех алгоритмов разложения матриц, что позволяет сократить трудозатраты. При этом для каждого из методов теперь достаточно описать отдельные блоки алгоритма, в которых выполняются локальные вычисления, и данные, которыми необходимо обмениваться во время вычислений. При разработке подхода были учтены хорошо известные технологии и методы оптимизации подобных алгоритмов [1, 2].

На основе данного подхода реализован фреймворк и алгоритмы разложения LU, QR и Холецкого для распределенных ЭВМ. Полученные программы превзошли по производительности реализации методов в пакетах ScaLAPACK и SLATE. Прирост производительности составил до 60 % в одинаковых условиях.

1. Kurzak J., Dongarra J. J. Implementing Linear Algebra Routines on Multi-Core Processors with Pipelining and a Look Ahead // Int. Workshop Appl. Parallel Comp. Springer, Berlin, Heidelberg, 2006. С. 147–156.
2. Dongarra J. J., Hammarling S., Walker D. W. Key concepts for parallel out-of-core LU factorization // Parallel Comput. 1997. Т. 23, № 1–2. С. 49–70.

Научный руководитель — М. А. Городничев

Автоматизация обнаружения семантических ошибок во фрагментированных программах для системы LuNA

М. А. Мичуров

Новосибирский государственный университет

Разработка параллельных программ численного моделирования на суперЭВМ требует решения комплекса проблем, связанных с организацией параллельной обработки данных и требующих специальной квалификации и больших трудозатрат.

Для решения этих проблем в ИВМиМГ СО РАН разработана технология фрагментированного программирования и реализующие ее язык и система программирования LuNA [1].

Система LuNA позволяет автоматически конструировать и выполнять на мультикомпьютерах параллельные программы численного моделирования на основе высокоуровневой спецификации программы на одноименном языке. Однако при написании программ для системы LuNA программист может допускать семантические ошибки, не свойственные программам, написанным с использованием традиционных средств параллельного программирования, таких как MPI и OpenMP.

Цель работы — разработка методов обнаружения семантических ошибок во фрагментированных программах для системы LuNA и реализация разработанных методов в рамках системы.

В результате разработан метод обнаружения зависимостей фрагментированных программ в системе LuNA, метод анализа причин таких зависимостей, а также метод обнаружения множественной инициализации данных. Разработанные методы реализованы в программном средстве `luna_trace` и интегрированы в систему LuNA. С помощью `luna_trace` пользователь может отследить причину зависания вплоть до конкретного выражения в исходном коде программы, получить подсказки о том, где могла быть пропущена инициализация данных, а также найти в коде все случаи повторной инициализации.

1. Малышкин В. Э. Технология фрагментированного программирования // Вестн. ЮУрГУ. Сер.: Вычислительная математика и информатика. 2017. № 2. С. 35.

Научный руководитель — канд. техн. наук, доц. А. Ю. Власенко

УДК 004.422.833

**Реализация централизованного подхода
к динамической балансировке вычислительной нагрузки
в системе LuNA**

Д. Э. Мустафин

Новосибирский государственный университет

Равномерное распределение нагрузки (балансировка) при вычислениях на мультикомпьютерах — нетривиальная задача, эффективное решение которой требует специальной квалификации и больших трудозатрат. Балансировка нагрузки предполагает решение задачи максимально равномерного распределения нагрузки между вычислительными узлами.

Технология фрагментированного программирования [1] представляется перспективной и актуальной для высокопроизводительных вычислений. Одна из немногих разработок в этом направлении — система LuNA, развиваемая на кафедре параллельных вычислений ФИТ НГУ.

Одним из главных преимуществ системы LuNA является автоматическое конструирование параллельной программы. Архитектура и принципы работы LuNA позволяют реализовать эффективные механизмы балансировки нагрузки в системе и дают программисту возможность сосредоточиться на реализации численных алгоритмов.

Существует две основные стратегии динамической балансировки: централизованная и распределенная. В распределенном алгоритме каждый узел хранит информацию о некотором подмножестве узлов, и в соответствии с ней осуществляется балансировка. При централизованной динамической балансировке сбором информации и перераспределением нагрузки занимается выделенный узел.

В системе LuNA имеется только распределенный балансировщик нагрузки, однако для ряда задач централизованная балансировка вычислительной нагрузки может оказаться более эффективной.

Цель работы — реализация модуля централизованной динамической балансировки вычислительной нагрузки в системе LuNA и его сравнение с распределенным подходом.

В результате работы данный модуль реализован и протестирован. На задаче блочного умножения матриц показано увеличение ускорения работы фрагментированной программы при росте числа предоставленных вычислительных узлов.

1. Малышкин В. Э. Технология фрагментированного программирования // Вестн. ЮУрГУ. Сер.: Вычислительная математика и информатика. 2012. № 46 (305).

Научный руководитель — канд. техн. наук, доц. А. Ю. Власенко

УДК 004.272, 29.19

Разработка параллельных алгоритмов и программ для моделирования гетероэпитаксиального роста методом Монте-Карло

М. Н. Погребникова

Институт физики полупроводников
им. А. В. Ржанова СО РАН, Новосибирск
Новосибирский государственный университет

В настоящее время актуальной задачей в материаловедении является создание пространственно упорядоченных массивов полупроводниковых квантовых точек (КТ). Эти системы обладают уникальными физическими свойствами, которые могут найти применение в электронных устройствах, таких как светоизлучающие диоды, лазеры на КТ, ячейки солнечных батарей и логические элементы для квантовых вычислений [1].

Популярным методом для исследования зарождения и роста КТ в ямках является имитационное моделирование методом Монте-Карло (МК). Например, для последовательного моделирования процесса гетероэпитаксии на подложке размером $38 \times 38 \times 8 \text{ нм}^3$ (~ 586 тыс. атомов) требуется 2616 ч (~ 109 суток). Актуальным является проведение моделирования для подложек размером более чем $100 \times 100 \times 20 \text{ нм}^3$, что возможно при использовании высокопроизводительных систем. Соответственно, необходима разработка параллельных алгоритмов и программ для вышеизложенного моделирования.

В работе проведен анализ последовательных алгоритмов пакета моделирования гетероэпитаксиального роста методом МК. Процесс моделирования состоит из следующих этапов (с указанием процентного соотношения времени, затрачиваемого на выполнение этапа, относительно времени работы всей программы): инициализация начальных данных для расчета (< 1 %), определение параметров по умолчанию (< 1 %), определение параметров из входного файла (< 1 %), создание начальной структуры (< 1 %), представление данных для формулы Китинга (< 1 %), моделирование методом МК (> 95 %), вывод данных в выходной файл (< 1 %). Наиболее трудоемкий этап — «моделирование методом МК», для которого асимптотическая сложность вычислений — $O(N^5)$, где N — количество атомов моделируемой структуры.

Разработаны параллельные алгоритмы для моделирования гетероэпитаксиального роста. Реализация алгоритмов выполнена на языке С (с использованием библиотек параллельного программирования), показаны их эффективности. Предлагаемые решения направлены на повышение эффективности моделирования гетероэпитаксии на высокопроизводительных вычислительных системах.

1. Bimberg D., Pohl U. W. Quantum dots: promises and accomplishments // Mater. Today. 2011. Vol. 14. P. 388.

Научный руководитель — д-р техн. наук, доц. К. В. Павский

УДК 004.42

Исследование свойств модели MapReduce в Hadoop в сравнении с библиотекой MPI

Г. Н. Третьяков

Институт физики полупроводников СО РАН, Новосибирск
Новосибирский государственный университет

В последнее время среди технологий Big Data популярен Hadoop — свободно распространяемый набор библиотек и фреймворков для разработки и выполнения распределенных программ. Среди основных характеристик Hadoop выделяют отказоустойчивость, масштабируемость и работу с распределенными вычислениями. Подобными характеристиками обладает и программный интерфейс MPI (*Message Passing Interface*, библиотека, добавляющая поддержку механизма передачи сообщений в стандартные языки программирования), разработанный для обмена данными между процессами в параллельном программировании.

Как правило, MPI наиболее распространен для обмена данными в параллельном программировании и применяется при разработке программ для кластеров и суперкомпьютеров, а также при решении задач, связанных с научным моделированием. MapReduce — это модель программирования, которая абстрагирует параллельные программы с помощью двух операторов: Map и Reduce. При больших наборах данных и невозможности обработки на одном компьютере используются такие реализации MapReduce, как Hadoop.

Модель программирования MapReduce можно понимать как подмножество функциональной части MPI, так как она представляет из себя стандартный функционал MPI с пользовательскими операциями. Таким образом, можно применять MPI вместо MapReduce, но не наоборот, так как MPI описывает гораздо больше операций.

В данный момент функционал Hadoop и его использование в научном моделировании изучено не в полной мере, так как технология считается относительно новой. Отсюда вытекает и последующая проблема — свойства Hadoop, требующие дальнейшего исследования, и их особенность по сравнению с MPI.

В работе проведено исследование отказоустойчивости и масштабируемости для параллельных задач с использованием инструментов и утилит Hadoop. Определены направления для дальнейшего его развития.

Научный руководитель — д-р техн. наук, доц. К. В. Павский

Разработка подсистемы автоматизированного применения алгоритмов динамической балансировки нагрузки для системы LuNA

А. В. Чмиль

Новосибирский государственный университет

При исполнении параллельных программ нередко возникает такая проблема, как дисбаланс вычислительной нагрузки. Причинами дисбаланса могут являться разные факторы, основные из них — неоднородность вычислений и неэффективное отображение задачи на вычислительные ресурсы. Неоднородность вычислений заключается в том, что для некоторых задач невозможно предсказать вычислительную нагрузку.

Существует множество алгоритмов, направленных на устранение дисбаланса, но ни один из них не является универсальным. Поэтому разработчикам распределенных программ важно иметь широкий выбор алгоритмов балансировки и инструментарий, позволяющий автоматизировано выбирать подходящий для конкретной задачи алгоритм.

Одной из систем, ориентированных на подобный инструментарий и накопление алгоритмов балансировки, является LuNA [1]. В системе присутствуют различные алгоритмы балансировки, но нет возможности автоматизировано управлять ими.

Работа направлена на разработку в системе LuNA механизма, позволяющего накапливать и автоматизировано выбирать алгоритм балансировки. В рамках работы реализован оркестратор алгоритмов балансировки и метод балансировки Rope Of Beads [2] в дополнение к существующим алгоритмам и исследована эффективность существующих в системе LuNA алгоритмов балансировки на задачах различных типов.

1. Malyshkin V. E., Perepelkin V. A. LuNA fragmented programming system, main functions and peculiarities of run-time subsystem // Int. Conf. Parallel Comput. Technol. Springer, Berlin, Heidelberg, 2011. С. 53–61.
2. Malyshkin V. E., Perepelkin V. A., Schukin G. A. Distributed algorithm of data allocation in the fragmented programming system LuNA // Int. Conf. Parallel Comput. Technol. Springer, Cham, 2015. С. 80–85.

Научный руководитель — В. А. Перепелкин

ПРОГРАММНАЯ АРХИТЕКТУРА И СИСТЕМНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ

УДК 004

Расширение ядра Web-IDE процесс-ориентированного языка роST

Д. А. Белоглазов

Новосибирский государственный университет

На сегодняшний день активно набирают обороты тенденции, сопряженные с явлением, получившим название «Индустрия 4.0», — внедрением киберфизических систем в производственные процессы.

В рамках развития этого тренда требуется наличие специфических языков для программирования систем промышленной автоматизации. В Институте автоматизации и электротехники СО РАН разработан продолжающий свое развитие язык роST.

Поскольку использование интегрированных сред разработки значительно упрощает жизнь специалистам в области программирования, ИАиЭ СО РАН занимается разработкой соответствующего инструмента для языка роST.

Сложности поддержки продукта для разработчиков и необходимости установки и настройки ПО на своих машинах для пользователей разрешаются институтом путем создания веб-версии IDE.

Помимо этого, ИАиЭ разрабатывает роST IDE расширяемой, позволяя пользователю настраивать и дополнять функциональность среды по своему усмотрению.

В связи с процессом разработки Web-IDE для языка роST институт имеет ряд задач и проблем, в частности создание и отладка механизма расширения ядра среды разработки, непосредственно позволяющего подключать к программе модули и собственно делающего данную IDE расширяемой.

Цель данной работы — исследование унифицированных архитектур и механизмов расширения ядра Web-IDE процесс-ориентированного языка роST.

Для Web-IDE языка роST предложена микросервисная архитектура ее backend-составляющей. Предоставляется возможность расширения базовой функциональности среды (ядра) дополнительными узкоспециализированными модулями.

Предложенные решения обеспечивают устойчивость работы программного инструмента и простоту процесса расширения его функциональности, а также возможность конфигурирования функциональности среды разработки под индивидуальные потребности пользователя.

Научный руководитель — канд. техн. наук Т. В. Лях

Измерение потребления памяти микросервисов, разработанных на Quarkus+GraalVM в кластере Kubernetes

Д. П. Колочкин

Новосибирский государственный университет

Микросервисная архитектура активно развивается в области коммерческой разработки. Это подтверждается широким списком IT-компаний (Amazon, Twitter, Netflix и др.), которые переходят или уже перешли на архитектуру микросервисов в своих проектах. Мониторинг потребляемых микросервисами ресурсов является одной из проблем, которые решаются администраторами данной архитектуры.

Цели исследования — изучение способов мониторинга и визуализации данных, полученных из замеров памяти, а также обзор технологий, которые были предложены компанией СберТех для исследований в лаборатории СберЛаб — НГУ.

В процессе выполнения работы пришлось столкнуться с такими технологиями, как Docker, Kubernetes, GraalVM и Quarkus. Для выполнения задач исследования необходимо разработать микросервис на Quarkus и GraalVM, создать его нативный образ, поднять кластер Kubernetes, запустить на нем pod с созданным образом микросервиса и применить метод измерения памяти.

Научный руководитель — канд. техн. наук С. Б. Лемешко

УДК 004.451.2

Разработка планировщика для сред выполнения процесс-ориентированных языков программирования

А. В. Куталев

Новосибирский государственный университет
Институт автоматики и электрометрии СО РАН, Новосибирск

В Институте автоматики и электрометрии СО РАН разработан ряд процесс-ориентированных языков программирования, в основе которых лежит модель гиперпроцессов [1].

Текущие реализации сред выполнения данных языков, полагающиеся на невытесняющий алгоритм планирования *round robin*, могут иметь следующие проблемы: возможность зависания всей программы при зависании в одном из процессов, потенциальная плохая производительность на задачах с большим числом процессов.

Для решения данных проблем предлагается создание специального планировщика, поддерживающего алгоритмы кооперативной многозадачности. Полученный планировщик можно будет переиспользовать для различных реализаций процесс-ориентированных языков программирования, поскольку семантика гиперпроцессов не зависит от конкретной реализации.

Цель работы — разработка планировщика, учитывающего особенности семантики процесс-ориентированных языков программирования и его интеграция в существующие реализации.

Для достижения этой цели поставлены следующие задачи: анализ существующих решений, анализ алгоритмов планирования, формулировка требований к планировщику, разработка архитектуры и API планировщика, реализация итогового алгоритма и планировщика.

На текущий момент разрабатывается планировщик для языка программирования Reflex, реализованный на основе системных вызовов операционной системы реального времени FreeRTOS с открытым исходным кодом.

1. Гаранина Н. О. и др. Темпоральная логика для программируемых логических контроллеров // Моделирование и анализ информационных систем. 2020. Т. 27, № 4.

Научный руководитель — д-р техн. наук, доц. В. Е. Зюбин

Реализация инструмента для сбора журналов в кластерах контейнеров

С. М. Найденов

Новосибирский государственный университет

В современном мире большинство коммерческих приложений развертывают в различных облачных кластерах, чтобы предоставить к ним доступ из любой точки мира. Для изоляции множества приложений от друг друга на одной физической машине и удобного контроля их жизненного цикла чаще всего используется технология контейнеризации. Она позволяет создавать образ программного контейнера, в который упаковывается приложение и все зависимости. После этого образ можно запускать везде, где есть среда исполнения программных контейнеров, не боясь, что приложение не будет работать из-за отсутствия внешних библиотек или других ресурсов.

В ходе своей работы приложения пишут журналы событий. Данные из этих журналов необходимы разработчикам для сбора статистики работы или поиска причин сбоя приложения. Из-за большого числа контейнеров хранить журналы событий в кластере невозможно, поэтому эти данные чаще всего централизованно собирают и передают в специализированные хранилища для последующего анализа.

Существующие подходы сбора логов имеют свои преимущества, но и недостатки. Некоторые решения не гарантируют доставку данных до места назначения, другие тратят больше ресурсов, чем необходимо на обработку журналов.

Цель данной работы — разработка и реализация расширения программного контейнера для сбора журналов в кластере Kubernetes при использовании Containerd в качестве среды исполнения контейнеров. Расширение должно уметь:

- 1) отправлять журналы параллельно в два хранилища: локальное и удаленное;
- 2) не нарушать работу контейнера при потере сетевого соединения;
- 3) отправить накопившиеся за время потери сетевого соединения журналы в удаленное хранилище после его восстановления.

В результате работы разработан алгоритм для параллельной отправки данных в локальное и сетевое хранилище с возможностью восстановления работы после сбоя сетевого соединения. На основе алгоритма и интерфейса для сборщиков журналов в среде Containerd реализовано расширение для программных контейнеров.

Научный руководитель — доц. Д. В. Иртегов

УДК 004.434

Методики эмпирического исследования алгоритмов планирования и балансировки для процесс-ориентированных программ

Д. А. Пермяшкин

Институт автоматизации и электрометрии СО РАН, Новосибирск

В современном мире продолжается давно начавшийся процесс автоматизации промышленного производства. Все большее число технологических процессов переводится на исполнение конвейерам, появляется больше процессов, которые выполнимы только при помощи автоматических станков и других устройств. При этом стоит отметить возрастающую сложность управляющих алгоритмов для данных устройств, что приводит к необходимости эффективно организовывать работу данных алгоритмов.

В Институте автоматизации и электрометрии СО РАН предложена, подтверждена практически и активно исследуется парадигма процесс-ориентированного программирования. В рамках данной парадигмы предлагается рассматривать программу как гиперпроцесс, состоящей из процессов. Данная парадигма подтверждена практически и показывает хорошие результаты для решения задачи автоматизации промышленных процессов.

Дополнительно для данной парадигмы уже описаны несколько различных алгоритмов балансировки расписания запуска внутренних процессов и несколько алгоритмов оптимизации данного расписания. Но при реализации данных алгоритмов встал вопрос о качественном сравнении их между собой. Этот вопрос актуален не только для объективного сравнения алгоритмов в различных научных работах, но и для выбора алгоритма для данного конкретной реализации.

К сожалению, в работах по балансировки вычислительной нагрузки чаще всего в качестве критерия для сравнения алгоритмов выбирается либо размер расписания запуска задач, либо иные характеристики, связанные с реализацией данного алгоритма балансировки в реальности. Очень редко упоминаются качественные критерии, описывающие влияние расписания на работу самой системы автоматизации.

В данной работе рассматриваются возможные критерии для сравнения алгоритмов балансировки и оптимизации расписаний и предлагается схема организации эксперимента для получения численных значений критериев. Дополнительно в работе обсуждаются проблемы, связанные с возможным размером расписаний, и их пути решения.

Научный руководитель — д-р техн. наук, доц. В. Е. Зюбин

Разработка дизайна для литералов коллекций в языке Kotlin

А. В. Райш

Новосибирский государственный университет

Литералы коллекций являются лаконичными, понятными, и, главное, они знакомы сообществу программистов. Они кратки, что крайне полезно в области анализа данных, но также наличие отдельной конвенции в языке позволит компилятору оптимизировать использование литералов коллекций. В последние годы можно найти множество обсуждений о необходимости литералов коллекций в языке Kotlin, об их дизайне и реализации [1]. Но, к сожалению, эти обсуждения ни к чему не привели по тем или иным причинам.

Цель данной работы заключается в дизайне синтаксиса и конвенции, которые должны хорошо вписаться в философию Kotlin. Для достижения поставленной цели необходимо выполнить ряд задач: рассмотреть существующие решения, дизайн синтаксиса и конвенции.

Конвенция для литералов коллекций должна удовлетворять следующим требованиям: тип литерала определяется ожидаемым типом, существует возможность определить пользовательский тип для литерала коллекции, конвенция не использует механизм *vararg*.

Практически везде существует два вида литералов коллекций: для последовательностей и словарей. Они используют два вида скобок: квадратные и фигурные. В рассмотренных языках нельзя применять литералы коллекций с пользовательскими типами.

После обзора был разработан дизайн синтаксиса. Для литералов последовательностей и словарей выбраны квадратные скобки, для разделения пары ключ/значение — символ «:», в качестве стандартного типа для литерала коллекций — неизменяемый `List` и `Map`.

Литералы коллекций решено реализовывать как конвенцию [2]. Для того чтобы из литерала можно было построить коллекцию кого-либо типа, необходимо реализовать оператор `buildSeq`. После чего литерал будет заменен на вызов соответствующего оператора.

В данной работе получилось разработать дизайн синтаксиса и конвенции для литералов коллекций, удовлетворяющий всем требованиям. Результаты этой работы используются для реализации литералов коллекций в Kotlin.

1. KyLeggiero Collection Literals. URL: <https://github.com/KyLeggiero/KEEP/blob/collection-literals/proposals/collection-literals.md> (дата обращения: 10.11.2021).
2. Marat Akhin, Mikhail Belyaev Kotlin language specification. URL: <https://kotlinlang.org/spec/operator-overloading.html#operator-overloading> (дата обращения: 10.11.2021).

Научный руководитель — д-р техн. наук, доц. С. Н. Постовалов

УДК 004.453, 004.051

Исследование направлений оптимизации системных компонентов Kubernetes для уменьшения времени запуска пода

А. С. Рудометов

Новосибирский государственный университет

Запуск пода — процесс, происходящий между принятием кластером решения о масштабировании сервиса и появлением в системе еще одного пода, обрабатывающего поступающие запросы и состоящего из одного или более контейнеров. В процесс входят внутренняя логика и логика взаимодействия системных компонентов Kubernetes, логика среды запуска контейнеров (*container runtime*) и логика инициализации самого сервиса внутри контейнеров пода. Большое время запуска пода во время масштабирования негативно влияет на отзывчивость и доступность приложения при резком увеличении нагрузки на сервис, приводя к увеличению среднего времени обработки и числа сброшенных запросов.

Цель данной работы — исследование узких мест в логике системных компонентов Kubernetes для сценария запуска пода при масштабировании. Исследование включает: определение доли времени, приходящегося на работу системных компонентов относительно суммарного времени запуска и распределения времени между компонентами и их взаимодействием; наблюдение за изменением времени при увеличении размера кластера до умеренно большого количества узлов. Также проводится анализ алгоритмов компонентов и их взаимодействия на предмет субоптимальной производительности в узких местах и/или на крупном кластере, анализ оптимизированности взаимодействия с операционной системой и работы компонентов с учетом особенностей языка Go, на котором они написаны.

На конференции будут представлены результаты исследования и возможные направления оптимизаций.

Научный руководитель — канд. техн. наук С. Б. Лемешко

Метод отслеживания зависимостей для кэша вывода типов статического анализатора кода среды разработки PyCharm

И. А. Фёдяева

Новосибирский государственный университет

Работа посвящена ускорению работы статического анализатора кода в интегрированной среде разработки PyCharm. Особое внимание уделяется увеличению скорости прохождения цикла инспекций после небольших изменений в коде программы.

Актуальность выбранной темы обусловлена двумя факторами. С одной стороны, это особенности существующего механизма кэширования в среде разработки PyCharm, с другой — появление новых стандартов языка программирования Python. Современные среды разработки, в том числе и PyCharm, предполагают поддержку большинства новых возможностей языка и очень быстрый отклик подсветки кода на изменения пользователя. С новыми стандартами появляется и новая функциональность в анализаторе кода, такая как инспекции и варианты автодополнения кода. На данный момент существует уже более сотни инспекций, которые находят ошибки в коде, но в то же время значительно замедляют анализ и являются причиной высокой нагрузки на процессор.

Проблема частично решается путем кэширования результатов разрешения имен и вывода типов. Основной недостаток существующего подхода — инвалидация кэша при любых изменениях в коде программы, что обеспечивает консистентность, но в то же время делает кэширование крайне неустойчивым к изменениям в коде и, как следствие, малоэффективным. Как правило, мелкие изменения в коде не могут повлиять на большую часть значений кэша. Причиной инвалидации всех данных является отсутствие индикатора, отражающего связь конкретного изменения в коде и значения в кэше.

Задача сводится к разработке метода отслеживания зависимостей между данными в кэше анализатора и изменениями в коде. На основе данной задачи разработан подход, позволяющий ассоциировать кэшированные значения вывода типов с функциями программы. Для таких функций должно выполняться несколько условий, обеспечивающих независимость остальных значений в кэше от значений внутри функции. Таким образом, при изменениях в теле таких функций происходит инвалидация только части кэша, соответствующей функции.

Результат работы позволит сохранить значительную часть данных в кэше без потери консистентности. Как следствие, это снизит избыточную нагрузку на процессор и сделает программирование в среде разработки более быстрым и комфортным для пользователей.

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук, доц. Д. С. Мигинский

ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ И ИНЖЕНЕРИЯ ЗНАНИЙ

УДК 004.891.3

Поиск ссылок и упоминаний между новостными сайтами с помощью алгоритмов обработки естественного языка и анализа исходного кода сайтов

В. С. Азаубаев

Институт математики им. С. Л. Соболева СО РАН, Новосибирск

Средства массовой информации всегда были и остаются источником новостей и актуальной информации о происходящем вокруг нас. Повсеместное распространение интернета позволило периодическим изданиям выйти на новый уровень доставки информации. Современные новостные агентства работают с «инфоповодами» [1], которые включают новости, события, общественное отношение к событию или новости, мнения экспертов и др.

Для оптимизации поиска актуальных инфоповодов в данной работе были разработаны и реализованы алгоритмы анализа исходного кода страницы с новостью и анализ текста [2] новости с целью получения ссылок на источники новостей. Результатом работы данного алгоритма являются относительное количество ссылок СМИ друг на друга, наиболее популярные источники информации (интернет-ресурсы и новостные агентства), наиболее интересные с точки зрения новостных агентств события и граф связей «новость — ссылки».

Для поиска страниц с текстом новостей и их извлечением используются технологии веб-скрапинга [3]. В программном продукте реализованы: динамическая подстройка под ширину интернет-канала, оптимизация частоты запросов и повторение неудавшихся запросов. В качестве источников в работе использовали 17 новостных сайтов.

В результате получены тексты более чем 300 000 новостей за последний год, найдены популярные инфоповоды, проанализированы самые популярные источники новостей, разрабатываются модули для дальнейшего анализа.

1. Гикис С. Н. Специфика функционирования инфоповодов локального масштаба в современных медиа // Вестн. Пятигор. гос. ун-та. 2021. № 2. С. 30–34.
2. Корсун И. А., Пальчунов Д. Е. Теоретико-модельные методы извлечения знаний о смысле понятий из текстов естественного языка // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Сер.: Информ. технологии. 2016. Т. 14, № 3. С. 34–48.
3. Москаленко А. А., Лапоница О. Р., Сухомлин В. А. Разработка приложения веб-скрапинга с возможностями обхода блокировок // Современные информ. технологии и ИТ-образование. 2019. Т. 15, № 2. С. 413–420.

Научный руководитель — д-р физ.-мат. наук, проф. Д. Е. Пальчунов

Анализ желаний пользователя на основе его интересов с помощью нейронных сетей

И. А. Ашихмин

Новосибирский государственный университет

В настоящее время активно разрабатываются методы выявления потребностей пользователей [1–3]. При создании интеллектуальных помощников используются методы глубокого обучения, основанные на нейронных сетях. Один из примеров — это проект Яндекса: помощник «Алиса».

Можно выделить более детальные методы машинного обучения: параметрическое машинное обучение с учителем и без и методы на основе вычислений (непараметрическое обучение). Если говорить о глубоком обучении, то оно является классом параметрических моделей (зависит от входного набора данных).

Все вышеперечисленные методы строятся на функциях потерь и оптимизации, посредством которых машина делает предположение об ответе, оценивает с помощью функции потерь, насколько хорошее предположение, и с помощью функции оптимизации генерирует следующее предположение.

Цель работы — найти необходимый набор данных и задать нужные функции потерь и оптимизации для интеллектуального помощника, создающегося для определенных нами целей. Помимо нейронных сетей, для реализации также будут использоваться онтологические модели предметных областей [3–5].

1. Деревянко Д. В., Пальчунов Д. Е. Формальные методы разработки вопросно-ответной системы на естественном языке // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Сер.: Информ. технологии. 2014. Т. 12, № 3. С. 34–47.
2. Долгушева Е. В., Пальчунов Д. Е. Теоретико-модельные методы порождения знаний о предпочтениях абонентов мобильных сетей // Вестн. НГУ. Сер.: Информ. технологии. 2016. Т. 14, № 2. С. 5–16.
3. Капустина А. И., Пальчунов Д. Е. Разработка онтологической модели тарифов и услуг сотовой связи, основанной на логически полных определениях понятий // Вестн. НГУ. Сер.: Информ. технологии. 2017. Т. 15, № 2. С. 34–46.
4. Palchunov D., Yakhyaeva G. Application of boolean-valued models and FCA for the development of ontological models // Proc. 2nd Int. Workshop Formal Concept Anal. Knowledge Discovery (FCA4KD); CEUR Workshop Proceedings. 2017. Vol. 1921. P. 77–87.
5. Palchunov D. Application of FCA for Domain Model Theory Investigation // Kovalev S. M., Kuznetsov S. O., Panov A. I. (eds). Artificial Intelligence. RCAI 2021 // Lecture Notes in Computer Science. Springer, Cham, 2021. Vol. 12948. P. 119–134.

Научный руководитель — д-р физ.-мат. наук, проф. Д. Е. Пальчунов

УДК 004.42

Разработка мобильного приложения для платформы Android для управления заказной разработкой ПО

К. Э. Бабурина

Новосибирский государственный университет

В настоящее время цифровизация захватывает почти все сферы человеческой деятельности, многие компании хотели бы использовать цифровые решения, которые есть в активе не у каждого бизнеса. Однако разработка такого решения требует специальных профессиональных навыков, которыми обладает не каждый бизнес [1]. Поэтому сейчас активен спрос на заказную разработку ПО [2].

Клиент, который заказывает разработку ПО, бывает плохо осведомлен о том, что реально происходит в ней. Выставленные часы к оплате не совпадают с фактически отработанными часами; разработчики по своей неопытности затягивают сроки и в конечном итоге выдают некачественный продукт; заказчику говорят, что разработка идет, а на самом деле проект не в работе — и это только малая часть реальных проблем, с которыми встречаются заказчики в наши дни [3]. Поэтому клиент хочет быть более вовлеченным в процесс разработки и получать объективную информацию о текущем состоянии проекта.

Цель работы — создание мобильного приложения для управления заказной разработкой ПО с наглядной демонстрацией ее текущего состояния. В ходе работы были получены конкретные задачи от заказчика и других стейкхолдеров, затем сформирован список требований к продукту и разработана архитектура. После чего была реализована серверная часть приложения и далее клиентская.

В результате работы был разработан продукт, отвечающий требованиям заказчика, — мобильное приложения для управления заказной разработкой ПО. Это приложение позволяет заказчику видеть объективную картину каждого момента разработки и текущего состояния разрабатываемого для него ПО.

1. Громова А. А. Специфика управления проектами в сфере информационных технологий // Материалы Афанасьевских чтений. 2016. С. 135–143.
2. Короходкин Д. В., Гагарина С. Н. Сравнительный анализ информационных систем менеджмента // Экономика и бизнес: теория и практика. 2021. Вып. 10-1 (80). С. 174–177.
3. Исследование рынка инструментов управления задачами 2019 [Электронный ресурс]. 2019. URL: <https://www.jetbrains.com/ru-ru/lp/tracking-tools-review-2019/> Загл. с экрана (дата обращения: 22.12.21).

Научные руководители —

канд. физ.-мат. наук, доц. В. А. Чуркин, ст. преподаватель П. А. Сазонова

Моделирование бизнес-процессов на основе sDSL

А. И. Ваганова

Новосибирский государственный университет

Задачей каждого предприятия является построение эффективных бизнес-процессов (БП), и для ее решения используется моделирование БП.

Применяемые для моделирования БП инструменты должны включать три основные возможности: гибкость, событийное управление деятельностью, представление участников процесса, их ролей и ресурсов. Чтобы выполнить эти требования, основным выбирается ролевой подход к моделированию [1]. Также для бизнеса сейчас все более актуальна проблема цифровой трансформации, и для ее решения предлагаются новые инструменты моделирования, одним из которых является использование цифровых двойников объектов или процессов на предприятии.

Цифровой двойник (ЦД) — это виртуальная копия физического объекта или системы, получающая информацию о нем на протяжении всего жизненного цикла [2].

Для того чтобы обеспечить все требования к инструменту моделирования БП, предлагается подход создания ЦД, основанный на моделировании ролей с использованием семантических предметно-ориентированных языков (sDSL, *semantic domain-specific languages*) [2].

sDSL упрощает разработку моделей: декларативно описанные знания о предметной области имплементируются в исполняемый код. Это повышает гибкость модели, так как такой подход позволяет специалисту предметной области быстро вносить изменения в модель.

Язык d0sl [3] является sDSL и позволяет создавать языки, специфические для предметной области. Для создания цифрового двойника БП на d0sl бизнес-правила записываются в виде декларативных спецификаций (с использованием предикатов). Для вычисления предикаты могут обращаться в своем теле к внешним реализациям функций и типам данных, описанных на языке, совместимом с Java Virtual Machine.

1. Harrison-Broninski K. A Role-Based Approach to Business Process Management. 2004.
2. Palchunov D., Vaganova A. Methods for Developing Digital Twins of Roles Based on Semantic Domain-Specific Languages // 2021 IEEE 22nd Int. Conf. Young Professionals Electron Devices Mater. (EDM). 2021. P. 515–519.
3. Gumirov V. S., Matyukov P. Y., Palchunov D. E. Semantic Domain-specific Languages // 2019 Int. Multi-Conf. Eng., Comput. Inf. Sci. (SIBIRCON). Novosibirsk, Russia, 21–27 Oct. 2019. IEEE Press, 2019. P. 0955–0960.

Научный руководитель — д-р физ.-мат. наук, проф. Д. Е. Пальчунов

УДК 004.83

**Базы данных прецедентов компьютерных атак:
составление и анализ аналогов**

А. А. Валитов

Новосибирский государственный университет

На сегодняшний день существует немало «открытых» баз данных прецедентов. Однако многие из них содержат лишь схему базы, сами данные скрыты от публичного доступа. Из нескольких баз, реально предоставляющих данные, была выбрана единственная крупная русскоязычная «Открытая база данных ФСТЭК России» (bdu.fstec.ru/threat).

Уровень опасности уязвимости — одно из полей таблицы ФСТЭК — вычисляется по открытому стандарту CVSS (www.first.org/cvss/v2/guide), который оценивает уязвимости с разных сторон и присуждает свойствам численные значения. Оцениваются факторы, связанные с самой атакой, реакцией владельца ПО и конкретными требованиями безопасности к системе. Для получения итогового значения необходимо знать полностью характер всех учитываемых стандартом свойств, что составляет основную проблему исследуемого вопроса.

При возникновении новой атаки полных данных для вычисления значения нет, а фактор установки приоритета исправления уязвимости очень часто оказывается важен. Альтернативным решением является прогнозирование уровня опасности уязвимости через методы машинного обучения, что позволит быстро установить степень опасности новой уязвимости и своевременно отреагировать на нее.

Большое количество атрибутов записей таблицы ФСТЭК позволит на этапе реализации программного продукта выбирать степень значимости их вклада. С помощью этого будет возможно найти оптимальные параметры для проектируемой модели и минимизировать количество ошибок предсказания.

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук, доц. Г. Э. Яхьяева

Разработка сервиса для поиска фишинговых сайтов

Д. А. Вершинин

Новосибирский государственный университет

В последнее время все острее встает вопрос мошенничества в области информационных технологий: растут количество пострадавших и объемы потерь в результате киберпреступлений [1]. Обычному человеку все труднее отличать легитимные сайты от нелегитимных, тогда как цена ошибки высока: если он случайно откроет не ту ссылку, в руках мошенников могут оказаться средства с его банковского счета или конфиденциальная информация. Промедление в процессе поиска фишинговых сайтов означает для компании потерю денег ее клиентов и своей репутации.

Чтобы максимально сократить время от появления фишингового сайта в интернете до его обнаружения, существует услуга по защите бренда, а также скрипты Open Source наподобие dnstwist [2]. Услуга по защите бренда непрозрачная, а скрипты тяжело вписывать в процессы компании, в том числе их нужно дорабатывать, чтобы получать реальную пользу.

Цель данной работы — разработка сервиса для поиска фишинговых сайтов, работающего по принципу создания мутаций в доменном имени (добавление или удаление символа, замена на похожий и т. д.) и прохождению мутированных доменных имен через воронку фильтров: DNS-запрос, HTTP-запрос, сравнение нечеткого хеша страницы с оригинальной и с предыдущим результатом анализа. Получается, мы из одного домена генерируем десятки тысяч похожих на него, а после прохождения ими воронки фильтров получаем единицы потенциально фишинговых, которые уже можно разбирать вручную.

В результате работы был спроектирован и разработан веб-сервис для поиска фишинговых сайтов, принимающий на вход легитимный домен и возвращающий потенциально фишинговые.

1. Кого атаковали хакеры в 2021 году // РБК. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/61b9c57b9a79471328bbbf19> (дата обращения: 09.02.2022).
2. elceef/dnstwist // GitHub. URL: <https://github.com/elceef/dnstwist> (дата обращения: 09.02.2022).

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук, доц. Г. Э. Яхьяева

УДК 004.6

**Применения методов семантического анализа текста и методов
машинного обучения для анализа тональности
финансовых новостных сообщений**

А. В. Гавриленко

Новосибирский государственный университет

Рост объемов размещаемой информации в интернете стимулировал и создал множество возможностей для понимания не только мнений и предпочтений потребителей и широкой общественности, но и информации о различных публичных компаниях и корпорациях. Ответы на многие исследовательские и аналитические вопросы, связанные с бизнесом, могут быть получены путем анализа новостей и социальных настроений, поэтому анализ тональности текстов — острая проблема, особенно в финансовой сфере.

Данная работа представляет собой интеллектуальную программную систему, которая в ходе эмоционального и семантического анализа с применением онтологии финансовой предметной области анализирует множество текстовых финансовых новостных сообщений.

Система способна распознавать сущности и извлекать ценную информацию (знания) о них, приводимую в публикации, анализируя и оценивая эмоциональную окраску для каждой конкретно рассматриваемой ситуации. Система способна строить аргументированно обоснованные логические цепочки событий вида «причина — следствие» и давать прогноз о потенциальных вариантах возможных следующих событий, основываясь на предыдущем полученном опыте.

Получаемые данные могут быть полезны различным категориям инвесторов и компаниям для принятия соответствующих решений.

Научный руководитель — д-р физ.-мат. наук, проф. Д. Е. Пальчунов

Автоматизация создания смарт-контрактов при помощи моделей ситуаций

А. Г. Галиева

Новосибирский государственный университет

Экономические процессы в настоящее время становятся все более комплексными, расширяются и объединяются, их автоматизация значительно затрудняется, что усложняет управление такими процессами. Требуется гибкая реализация создания смарт-контрактов, гарантирующая прозрачность автоматизированных таким образом бизнес-процессов. На текущий момент существуют различные методы формального описания бизнес-процессов с помощью семантических моделей [1–3]. Следующим этапом автоматизации выступает задача избавления от необходимости участия в разработке смарт-контрактов привлекаемых для этого специалистов, благодаря чему аудит значительно упростится [4].

Цель данной работы — автоматизация создания смарт-контрактов при помощи моделей ситуаций.

Результатом данной работы стала система, использующая модели ситуаций для управления смарт-контрактами. Представленный подход позволяет упростить процессы валидации и верификации смарт-контрактов, а также управлять более сложными структурами бизнес-процессов, чем те, которые реализуются смарт-контрактами на данный момент.

1. Gumirov V. S., Matyukov P. Y., Palchunov D. E. Semantic Domain-specific Languages // 2019 Int. Multi-Conf. Eng., Comput. Inf. Sci. (SIBIRCON). Novosibirsk, Russia, 21–27 Oct. 2019. IEEE Press, 2019. P. 0955–0960.
2. Galieva A. G., Palchunov D. E. Logical Methods for Smart Contract Development // 2019 Int. Multi-Conf. Eng., Comp. Inf. Sci. (SIBIRCON). Novosibirsk, Russia, IEEE Press, 2019. P. 0881–0885.
3. Галиева А. Г., Пальчунов Д. Е. Актуальные подходы в автоматизации формализации бизнес-процессов // Материалы VII Междунар. конф. «Знания — Онтологии — Теории» (ЗОНТ-2019). Новосибирск, 2019. С. 415.
4. Галиева А. Г. Разработка методов автоматизированного создания смарт-контрактов на основе формализованных бизнес-процессов // Материалы 58-й Междунар. науч. студ. конф. МНСК-2020. Информ. технологии. Новосибирск, 2020. С. 169.

Научный руководитель — д-р физ.-мат. наук, проф. Д. Е. Пальчунов

УДК 004.330

Разработка модели диалога с пользователем для создания интеллектуального голосового помощника

Д. А. Доможакова

Новосибирский государственный университет

Цель данной работы — разработка модели диалога с пользователем для создания интеллектуального голосового помощника.

Последнее время в разработке программных интерфейсов наблюдается тенденция перехода от командных и визуальных интерфейсов к естественно-языковым [1]. Применение более привычного для пользователя языка взаимодействия посредством ведения диалога является перспективным решением, которое позволяет быстро задавать различные запросы системе [2].

Данная работа посвящена вопросу разработки модели диалога с пользователем для создания интеллектуального голосового помощника. Объектом исследования являются методы построения процесса диалога через алгоритм конечного автомата. Выявленные в ходе взаимодействия с пользователем намерения и их параметры представляют собой конфигурируемые компоненты алгоритма. Система должна определять текущее состояние и принимать решение относительно дальнейшего логического направления диалога в соответствии со своими внутренними правилами [3].

Основная проблема анализа диалога заключается в том, что пользователь выдает неполную информацию, необходимую для анализа. Для разрешения неопределенностей и принятия решения о перемещении диалога по графу состояний предполагается использование уточняющих вопросов.

В исследовании были изучены методы построения архитектуры и разработки разговорного пользовательского интерфейса, сформулированы термины предметной области, получены фундаментальные знания и навыки. В дальнейшем необходимо приступить к реализации и тестированию модуля.

1. Пальчунов Д. Е. Поиск и извлечение знаний: порождение новых знаний на основе анализа текстов естественного языка // *Философия науки*. 2009. № 4 (43). С. 70–90.
2. Деревянко Д. В., Пальчунов Д. Е. Формальные методы разработки вопросно-ответной системы на естественном языке // *Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Сер.: Информ. технологии*. 2014. Т. 12, № 3. С. 34–47.
3. Palchunov D., Yakhyaeva G. Application of boolean-valued models and FCA for the development of ontological models // *Proc. 2nd Int. Workshop Formal Concept Anal. Knowledge Discovery (FCA4KD); CEUR Workshop Proceedings*. 2017. Vol. 1921. P. 77–87.

Научный руководитель — д-р физ.-мат. наук, проф. Д. Е. Пальчунов

Разработка методов создания модели пользователя интеллектуального помощника

И. А. Дробышевский

Новосибирский государственный университет

В настоящее время огромное количество людей по всему миру пользуются интеллектуальными помощниками, такими как Siri, «Алиса» и т. д. Но каждая беседа с таким ассистентом происходит как общение с новым человеком. Ассистент начинает новый разговор, совершенно забывая про старый. Это, в свою очередь, вызывает необходимость пояснительных слов со стороны пользователя и дает неточные результаты [1].

Существующие похожие решения реализованы в различных виртуальных помощниках. Однако современные интеллектуальные помощники не запоминают информацию при общении с пользователем, а лишь могут поддержать контекст, соотнеся следующий запрос с предыдущим.

Для разработки интеллектуального помощника мы используем онтологические модели предметных областей [2, 3]. Мы строим модель пользователя интеллектуального помощника для улучшения взаимодействия с пользователем, в частности для общения с пациентами в рамках решения задач телемедицины [4, 5].

1. Деревянко Д. В., Пальчунов Д. Е. Формальные методы разработки вопросно-ответной системы на естественном языке // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Сер.: Информ. технологии. 2014. Т. 12, № 3. С. 34–47.
2. Palchunov D., Yakhyaeva G. Application of boolean-valued models and FCA for the development of ontological models // Proc. 2nd Int. Workshop Formal Concept Anal. Knowledge Discovery (FCA4KD); CEUR Workshop Proceedings. 2017. Vol. 1921. P. 77–87.
3. Palchunov D. Application of FCA for Domain Model Theory Investigation // Kovalev S. M., Kuznetsov S. O., Panov A. I. (eds) Artificial Intelligence. RCAI 2021 // Lecture Notes in Computer Science. Vol. 12948. Springer, Cham, 2021. P. 119–134.
4. Palchunov D., Yakhyaeva G., Yasinskaya O. Software system for the diagnosis of the spine diseases using case-based reasoning // Proc. Int. Conf. Biomed. Eng. Comput. Technol. (SIBIRCON / SibMedInfo — 2015). Novosibirsk, 2015, 28–30 October. P. 205–210.
5. Palchunov D. E., Tishkovsky D. E., Tishkovskaya S. V., Yakhyaeva G. E. Combining logical and statistical rule reasoning and verification for medical applications // Proc. Int. Multi-Conf. Eng., Comp. Inf. Sci. (SIBIRCON). 2017. P. 309–313.

Научный руководитель — д-р физ.-мат. наук, проф. Д. Е. Пальчунов

УДК 004.41

Разработка дискриминатора генеративно-состязательной нейронной сети для задачи анализа логически связанных предложений на естественном языке

Н.Д. Дроздов

Новосибирский государственный университет

Эффективный способ автоматического анализа текста имеет высокий потенциал практического применения. Так, например, его можно использовать в таких приложениях, как рекомендательные системы, системы автоматического перевода, интеллектуальные помощники и чат-боты, обучающие системы и любые иные системы, поддерживающие голосовые или текстовые интерфейсы взаимодействия [1].

Анализ логически связанных предложений на естественном языке представляет собой сложную проблему машинного обучения. Решение данной задачи с применением обучения нейронной сети с учителем, на стандартном для этой задачи датасете SLNI уже хорошо изучено, и добиться новых результатов практически невозможно. В связи с этим мы хотим применить генеративно-состязательную нейронную сеть для улучшения имеющихся результатов. Объектом исследования является анализ логически связанных предложений на естественном языке [2], а предметом исследования — применение генеративно-состязательной нейронной сети для анализа логически связанных предложений на естественном языке.

Цель данной работы — разработка эффективной модели дискриминатора генеративно-состязательной нейронной сети. Результаты выполнения поставленных задач:

- 1) сформулированы требования к разрабатываемой модели;
- 2) разработана архитектура генеративно-состязательной нейронной сети.

В дальнейшем планируется выполнить следующие задачи:

- 1) реализовать нейронную сеть в соответствии с требованиями и архитектурой;
- 2) произвести анализ и замеры точности разработанной модели;
- 3) провести тестирование модели на реальных данных.

1. Деревянко Д. В., Пальчунов Д. Е. Формальные методы разработки вопросно-ответной системы на естественном языке // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Сер.: Информ. технологии. 2014. Т. 12, № 3. С. 34–47.

2. Ненашева Е. О., Пальчунов Д. Е. Разработка автоматизированных методов преобразования предложений естественного языка в бескванторные формулы логики предикатов // Вестн. НГУ. Сер.: Информ. технологии. 2017. Т. 15, № 3. С. 49–63.

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук, доц. Ф. А. Дудкин

Разработка модуля автоматических платежей для факторинговой платформы на базе технологии блокчейн

Д. А. Жигалов

Институт математики им. С. Л. Соболева СО РАН, Новосибирск
Новосибирский государственный университет

Как правило, когда торговые сети покупают у производителя товары для продажи, они не имеют достаточно денежных средств, для того чтобы оплатить приобретаемую продукцию сразу. Производитель не всегда может позволить отсрочку платежа, поэтому он может воспользоваться услугами факторинговой компании, которая купит у него право требования долга с торговой сети. В настоящий момент факторам нужно отслеживать то, как проходят поставки товаров, чтобы перевести деньги клиенту, что может замедлять процесс. К тому же в ситуациях, когда финансирование долга за поставку распределено между несколькими факторами, должнику нужно следить за тем, какому фактору сколько денег он должен и за какую продукцию.

Цель данной работы — разработка модуля автоматических платежей для факторинговой платформы на базе технологии блокчейн.

В результате выполнения работы был проведен анализ аналогичных факторинговых платформ (облачных и децентрализованных) и существующих способов погашения долга в факторинге, описаны требования к модулю. В результате использования технологии блокчейн были автоматизированы денежные переводы в сделке факторинга. Модуль автоматически совершает платеж от фактора к клиенту, после того как все поставки были подтверждены в системе (сверками поставок занимается другой модуль). Программа интегрируется с информационной системой магазина и автоматически погашает долг за каждую единицу товара при ее продаже, при этом перечисляя деньги именно тому фактору, который финансировал этот товар.

В паре с модулем автоматических сверок накладных разработанный модуль образует факторинговую платформу. Модуль развернут на тестовой блокчейн-платформе ПАО «Сбербанк» и использует функционал этой платформы для совершения автоматических денежных переводов с помощью токенизированных рублей.

Научные руководители — канд. физ.-мат. наук, доц. В. А. Чуркин, П. А. Сазонова

УДК 004.896

Разработка сервиса оценки психологической устойчивости кандидата

А. О. Зайцев

Новосибирский государственный университет

Каждый, кто проводил отбор кандидатов, знает, как много времени уходит при проведении собеседования. Кроме того, человек, проводящий собеседование, может необъективно оценить знания специалиста. Все эти факторы приносят компании убытки и говорят о низкой эффективности HR-процессов.

Для решения данных проблем было предложено создать платформу Interview Assistant, позволяющую проводить автоматизированное первичное тестирование знаний, навыков и психологическую оценку кандидатов, а также оценивать их компетенций. Система будет состоять из нескольких отдельно разрабатываемых и полностью независимых частей: веб-приложения, телеграм-сервера, сервиса оценки знаний и навыков кандидатов, а также сервиса психологической оценки.

Цель данной работы — разработка части платформы, выполняющей оценку психологической устойчивости кандидата на основании ответов и реакции на специально подготовленные психологические вопросы, а также действий кандидата во время прохождения собеседования.

В рамках работы изучена предметная область, найдены и проанализированы основные существующие методы психологии [1], рассмотрены популярные подходы психологической оценки кандидатов и сотрудников компаний [2], изучены существующие решения подобных задач, выбраны технологии для достижения поставленной цели, сформированы требования к сервису, разработана первоначальная версия алгоритма психологической оценки кандидатов, подготавливается основа для будущего расширения алгоритма и дальнейшего внедрения в платформу.

1. Беребин М. А., Пашков А. А. Нейробиологические, нейрокомпьютерные и нейровизуализационные аспекты исследования стресса и постстрессовых расстройств // Психология. Психофизиология. 2017. Т. 10, № 1. С. 106–120.
2. Воробьев А. В. Обзор применения математических методов при проведении психологических исследований // Психол. исслед.: электрон. науч. журн. 2010. № 2. С. 88.

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук, доц. В. А. Чуркин

Динамическая анкета и фильтр обценной лексики для программной системы «Абитуриент – Студент»

А. А. Зыкова

Новосибирский государственный университет

Создание программной системы «Абитуриент — Студент» [1] вызвано актуальностью задачи поиска информации об университетах для выбора абитуриентами подходящего. Система ориентирована на неформальные знания, которые получаются непосредственно из экспертных оценок студентов [2]. На основе полученных знаний строится семантическая модель вуза и проводится ее статистический анализ [3].

Цель работы — усовершенствовать существующую анкету, а именно создать динамическую анкету [4], которая меняется в зависимости от ответов пользователей, а также удаляет обценную лексику. Это позволит получать отфильтрованные равномерные данные, готовые к показу.

Для реализации анкеты выбран клиент-серверный подход, где сервер по специальной модели рассчитывает порядок блоков анкеты и вопросов в них, клиент отображает анкету на сайте, а в базе хранятся ответы пользователя на каждый вопрос. Для реализации фильтра обценной лексики использован подход создания дерева и фильтрации слов отзыва по нему с использованием регулярных выражений.

1. Зыкова А. А., Яхьяева Г. Э. Программная система «Абитуриент — Студент» // Вестн. Москов. гор. пед. ун-та. Сер.: Информатика и информатизация образования. 2021. № 1 (55). С. 73–81.
2. Yakhyaeva G., Skokova V. Subjective Expert Evaluations in the Model-Theoretic Representation of Object Domain Knowledge // Lecture Notes in Computer Science. 2021. Т. 12948 LNAI. С. 152–165.
3. Palchunov D. E., Tishkovsky D. E., Tishkovskaya S. V., Yakhyaeva G. E. Combining logical and statistical rule reasoning and verification for medical applications // Proc. Int. Multi-Conf. Eng., Comp. Inf. Sci. (SIBIRCON). 2017. P. 309–313.
4. Зыкова А. А. Динамическая анкета для программной системы «Абитуриент — Студент» // VIII Междунар. конф. «Знания — Онтологии — Теории» (ЗОНТ-2021). 2021. С. 95–99.

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук, доц. Г. Э. Яхьяева

УДК 004.41

**Разработка кросс-платформенного приложения
с использованием технологии *Kotlin Multiplatform*
для сервиса синдицированного кредитования
на основе распределенного реестра**

Ю. А. Казачок

Новосибирский государственный университет

Синдицированное кредитование позволяет компаниям брать денежные суммы в крупном размере у нескольких банков, которые не готовы в одиночку идти на риски и выдавать запрашиваемые средства в полном объеме.

В настоящее время процесс получения синдицированного кредита занимает большое количество времени из-за ручного оформления документов, длительных согласований со стороны банков и заемщика, участия банка-агента — посредника между заемщиком и участниками синдиката. Банк-агент, который занимается оформлением и управлением кредита, взимает комиссию, размер которой зависит от количества участников синдиката и степени риска.

Указанные недостатки решены с помощью технологии распределенного реестра — это электронная система баз данных, распределенная между несколькими сетевыми узлами или вычислительными устройствами. Каждый узел получает данные из других узлов и хранит полную копию реестра. Таким образом, сервис на основе распределенного реестра исключает банк-агент из процесса займа синдицированного кредита, что значительно ускоряет и упрощает синдицированное кредитование.

Цель данной работы — создание кросс-платформенного приложения для взаимодействия с сервисом синдицированного кредитования на основе распределенного реестра.

В рамках работы сделан обзор предметной области синдицированных кредитов, описаны требования к программе и протокол взаимодействия с серверной частью, рассмотрены и проанализированы существующие технологии создания кросс-платформенных приложений, выбрана и изучена технология *Kotlin Multiplatform*.

В результате работы спроектировано и реализовано кросс-платформенное приложение с использованием технологии *Kotlin Multiplatform* для сервиса синдицированного кредитования. Разработанное финансово-технологическое приложение будет использоваться в финансовых учреждениях, выдающих синдицированные кредиты, и в компаниях, которым требуется взять синдицированный займ.

Научные руководители — канд. физ.-мат. наук, доц. В. А. Чуркин, П. А. Сазонова

УДК 004.41

**Разработка кросс-платформенного мобильного приложения
для системы электронных медицинских карт
с применением технологии *Kotlin Multiplatform***

А. К. Кононов

Новосибирский государственный университет

В наши дни пациенты не ограничиваются одним врачом или клиникой, они посещают множество больниц, в каждой из которых у них имеется своя медицинская карта. Недостаток взаимодействия между информационными системами учреждений формирует препятствия по доставке достоверных данных до врачей, которым своевременное получение информации необходимо для эффективного принятия решений. Отсутствие связанности данных создает множество проблем и для пациентов, которым нужно собрать все воедино перед очередным походом в больницу.

Благодаря техническому прогрессу прилагается все больше усилий на создание единых медицинских систем управления и обмена информацией. Подход, при котором доступ к данным не завязан на физических носителях, а все электронные документы хранятся в одной системе, способен ликвидировать фрагментированный характер медицинских карт.

Цель данной работы — проектирование решения для хранения электронных медицинских карт и реализация для него клиентского приложения. В ходе работы были проанализированы основные проблемы распределенных информационных медицинских систем и способы их решения. На основе полученных результатов зафиксированы функциональные требования и описана архитектура системы, основные модули и их взаимодействие. Далее было реализовано клиентское приложения для предлагаемого продукта.

В результате работы была спроектирована система электронных медицинских карт на технологии блокчейн с гибким контролем доступа к медицинским записям. Также реализовано мобильное приложение для этой системы, особенностью которого стало использование набора средств для кросс-платформенной разработки *Kotlin Multiplatform*.

Научные руководители —

канд. физ.-мат. наук, доц. В. А. Чуркин, ст. преподаватель П. А. Сазонова

УДК 004.83

Разработка методологии работы с интенентами

А. А. Котельникова

Новосибирский государственный университет

В настоящее время многие области деятельности различных предприятий подвергаются процессу автоматизации. Для адаптации новых пользователей организации полезен интеллектуальный помощник, способный частично или полностью заменить консультанта. Для автоматизации работы с пользователями организациям нужен инструмент, который позволит определять пользовательские потребности [1]. Доклад посвящен разработке модуля определения пользовательских намерений (интенентов).

Распознавание намерений в диалоговых системах можно рассматривать как задачу анализа пользовательских сообщений для выявления потребностей пользователя. Цель исследования — создание методов работы с интенентами. В планах — разработка улучшенного модуля для более точного определения пользовательских потребностей.

Разрабатываемый модуль планируется апробировать на специфичной предметной области, такой как университет, однако он может быть использован и в других предметных областях с другой категорией пользователей [2].

В процессе работы были изучены основные понятия, связанные с анализом диалоговых систем и текстов естественного языка [3], методы, используемые при анализе и выявлении потребностей пользователей в диалоговых системах [4], уделено внимание возможным методам улучшения качества распознавания намерений. В дальнейшем планируется проанализировать и предложить методы по улучшению качества распознавания интенентов, разработать и апробировать улучшенный модуль определения пользовательских потребностей.

1. Долгушева Е. В., Пальчунов Д. Е. Теоретико-модельные методы порождения знаний о предпочтениях абонентов мобильных сетей // Вестн. НГУ. Сер.: Информ. технологии. 2016. Т. 14, № 2. С. 5–16.
2. Palchunov D., Yakhyaeva G. Application of boolean-valued models and FCA for the development of ontological models // Proc. 2nd Int. Workshop Formal Concept Anal. Knowledge Discovery (FCA4KD); CEUR Workshop Proceedings. 2017. Vol. 1921. P. 77–87.
3. Пальчунов Д. Е. Поиск и извлечение знаний: порождение новых знаний на основе анализа текстов естественного языка // Философия науки. 2009. № 4 (43). С. 70–90.
4. Деревянко Д. В., Пальчунов Д. Е. Формальные методы разработки вопросно-ответной системы на естественном языке // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Сер.: Информ. технологии. 2014. Т. 12, № 3. С. 34–47.

Научный руководитель — д-р физ.-мат. наук, проф. Д. Е. Пальчунов

УДК 004.932.2

Исследование алгоритмов распознавания дорожных знаков для применения в проекте *Duckietown*

Д. В. Котенко

Новосибирский государственный университет

В настоящее время активно используются различные тренажеры, что позволяет снизить риски при разработке беспилотных управляющих систем. Одним из таких тренажеров является *Duckietown*. Тренажер отражает особенности массовых индустриальных автопилотируемых систем с ограниченными ресурсами.

Данные тренажеры используют дорожные знаки для ориентации роботов в пространстве. Основными отличиями таких знаков являются яркость, цвет, четкие линии. Это связано со стабильным и качественным освещением. Однако в проекте *Duckietown* задача распознавания дорожных знаков не решена.

Цель работы — исследовать предметную область по теме распознавание дорожных знаков и провести сравнительный анализ, что позволит подобрать подходящее решения для реализации в проекте *Duckietown*. Во время исследования выяснилось, что распознавание делится на два этапа: обнаружение знака на изображении и определение знака. Эти этапы рассматривались как отдельно, так и вместе.

В процессе работы был проведен анализ существующих подходов: метод перебора, детектор границ, нейронные сети и др. Выявлено, что нейронные сети показывают более подходящий результат в ограниченных условиях проекта *Duckietown*. Проведено сравнение нейронных сетей, в результате которого для распознавания дорожных знаков в проекте *Duckietown* было решено использовать нейронную сеть MobileNet SSD.

Научный руководитель — канд. техн. наук Т. В. Лях

УДК 004.89

Интеллектуальный помощник с использованием sDSL

Я. В. Ляшук

Новосибирский государственный университет

Интеллектуальный помощник — программный агент, который распознает команды пользователя и выполняет на их основании требуемые задачи.

Имеет смысл рассмотреть использование интеллектуального помощника в качестве средства для поддержки принятия решений и автоматизации некоторых бизнес-процессов [1, 2]. Результатом такой интеграции станет программный агент, который выполняет описанные функции при помощи голосового интерфейса, причем представление информации на естественном языке [3] позволяет улучшить понимание происходящих бизнес-процессов конечным пользователем, что также выделяет предложенную систему на фоне других средств моделирования и автоматизации.

Для моделирования бизнес-процессов, используемых при построении ответов интеллектуального помощника, предлагается применять язык dOSL и концепцию *Semantic Domain-Specific Languages* [4]. Модели, построенные при помощи бизнес-правил, оказываются более гибкими по сравнению с процедурными подходами (например, BPMN) в силу отсутствия необходимости в определении всевозможных альтернативных сценариев протекания бизнес-процесса: допустимыми будут считаться все сценарии, не запрещенные бизнес-правилами.

1. Griol D., Molina J. M. Which Is the Most Appropriate Response? Combining Decision-Support Systems and Conversational Interfaces // Distributed Comput. Artif. Intelligence, 13th Int. Conf. Adv. Intelligent Syst. Comput. 2016. Vol. 474.
2. Palchunov D., Vaganova A. Methods for Developing Digital Twins of Roles Based on Semantic Domain-Specific Languages // 2021 IEEE 22nd Int. Conf. Young Professionals Electron Devices Mater. (EDM). 2021. P. 515–519.
3. Деревянко Д. В., Пальчунов Д. Е. Формальные методы разработки вопросно-ответной системы на естественном языке // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Сер.: Информ. технологии. 2014. Т. 12, № 3. С. 34–47.
4. Gumirov V. S., Matyukov P. Y., Palchunov D. E. Semantic Domain-specific Languages // 2019 Int. Multi-Conf. Eng., Comput. Inf. Sci. (SIBIRCON). Novosibirsk, Russia, 21–27 Oct. 2019. IEEE Press, 2019. P. 0955–0960.

Научный руководитель — д-р физ.-мат. наук, проф. Д. Е. Пальчунов

Метод визуализации оценочных экспертных знаний

Е. Д. Малаева

Новосибирский государственный университет

Часто оценочные знания о предметной области формулируются не только как объективная (статистическая) вероятность, но и как субъективная (экспертная) [1]. Экспертные оценки могут быть неполными, несогласованными между собой, поэтому для решения этой проблемы необходим инструмент проверки согласованности экспертных знаний. В данной работе используется методология фазификации прецедентных моделей [2, 3].

В рамках данной работы предлагается алгоритм отрисовки графа для поиска конфликтов во множестве вероятностных событий. События представляются в виде формул логики предикатов, представляющих вероятностные события, и их вероятностных значений, представляющих субъективную меру уверенности эксперта в их действительности [4, 5]. По множеству СДНФ из этих формул строится граф с отношением частичного порядка в виде ребер. Таким образом, с помощью данной структуры можно проверять корректность оценочных знаний и видеть конкретные места, где возникают проблемы, конфликты значений (некорректности). Также предлагается алгоритм, доопределяющий вероятностные значения (в виде конкретного значения либо интервала значений) некоторым формулам из узлов графа, которые их не имеют.

1. Yakhyaeva G., Skokova V. Subjective Expert Evaluations in the Model-Theoretic Representation of Object Domain Knowledge // Lecture Notes in Computer Science. 2021. T. 12948 LNAI. С. 152–165.
2. Yakhyaeva G. Fuzzy model truth values // Proc. 6th Int. Conf. Aplimat. Bratislava, Slovak Republic, 2007, February 6–9. P. 423–431.
3. Yakhyaeva G. Logic of fuzzifications // Proc. 4th Indian Int. Conf. Artificial Intelligence (ICAI-09). Tumkur, India, 2009. P. 222–239.
4. Palchunov D. E., Tishkovsky D. E., Tishkovskaya S. V., Yakhyaeva G. E. Combining logical and statistical rule reasoning and verification for medical applications // Proc. Int. Multi-Conf. Eng., Comp. Inf. Sci. (SIBIRCON). 2017.
5. Palchunov D., Yakhyaeva G. Representation of Knowledge Using Different Structures of Concepts // CEUR Workshop Proc. 2020. Vol. 2729. P. 69–74.

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук, доц. Г. Э. Яхьяева

УДК 004.82

Разработка методов извлечения знаний из текстов естественного языка на основе системы Logic Text

В. С. Миронов

Институт математики им. С. Л. Соболева СО РАН, Новосибирск
Новосибирский государственный университет

В настоящее время существует большое количество документации, в которой присутствует много полезной информации. Для быстрой обработки документов разрабатывается ПО на языке Java.

Существующие подобные решения реализованы в голосовых помощниках (Apple, Яндекс, Microsoft и пр.), а также в ПО Logic Text, но эти сервисы анализируют отдельные фразы человека. В данной же работе представлено ПО, основанное на системе Logic Text [1, 2], которое позволяет выстраивать связи между предложениями для распознавания полноценных текстов.

В работе создана программа на языке Java, добавляющая константы ситуаций [3, 4] к сигнатурам отдельных предложений, которые предоставляет Logic Text. Предлагаемое решение направлено на улучшение способности распознавания и анализа текстов на естественном языке.

После нескольких запусков программа показала, что способна достоверно определять связи между предложениями. Это позволит в дальнейшем значительно ускорить поиск необходимой информации. В частности, данное ПО может использоваться для обработки историй болезней пациентов [5].

1. Махасоева О. Г., Пальчунов Д. Е. Автоматизированные методы построения атомарной диаграммы модели по тексту естественного языка // Вестн. НГУ. Сер.: Информ. технологии. 2014. Т. 12, вып. 2. С. 64–73.
5. Пальчунов Д. Е. Поиск и извлечение знаний: порождение новых знаний на основе анализа текстов естественного языка // Философия науки. 2009. № 4 (43). С. 70–90.
2. Ненашева Е. О., Пальчунов Д. Е. Разработка автоматизированных методов преобразования предложений естественного языка в бескванторные формулы логики предикатов // Вестн. НГУ. Сер.: Информ. технологии. 2017. Т. 15, № 3. С. 49–63.
3. Ненашева Е. О., Пальчунов Д. Е. Разработка автоматизированных методов представления знаний о действиях и ситуациях // Вестн. НГУ. Сер.: Информ. технологии. 2019. Т. 17, № 3. С. 61–72.
4. Palchunov D. E., Tishkovsky D. E., Tishkovskaya S. V., Yakhyaeva G. E. Combining logical and statistical rule reasoning and verification for medical applications // Proc. Int. Multi-Conf. Eng., Comp. Inf. Sci. (SIBIRCON). 2017. P. 309–313.

Научный руководитель — д-р физ.-мат. наук, проф. Д. Е. Пальчунов

УДК 004.41

**Разработка серверной части системы
электронных медицинских карт
на основе блокчейн-платформы Quorum**

Д. А. Наврузшоев

Новосибирский государственный университет

На сегодняшний день некоторые пациенты не ограничиваются посещением одного врача или клиники, например, в опросе, проведенном в 2010 г., средний пациент в США на протяжении всей жизни имеет около 19 различных медицинских карт и обследуется у 18,7 различных врачей. А данные о пациентах в большинстве медицинских учреждений хранятся в бумажном формате, и пациенты тратят достаточно много времени на поиск и сбор информации для формирования единой медицинской карты, они не имеют целостной картины о своем здоровье, которая могла бы стать отличным помощником для врачей для более точного определения болезни.

В недавнем исследовании IBM (*Institute for Business Values*) было указано, что 16 % медицинских учреждений ожидают внедрения технологии блокчейн в свои предприятия. Такая необходимость и определяет актуальность настоящего исследования.

Цель данной работы — проектирование медицинской информационной системы (МИС) и реализация серверной части программного обеспечения. В ходе работы был произведен анализ существующих МИС, в процессе которого выявлены недостатки систем, связанные с неудобным способом ведения электронных медицинских карт пациентом и недостаточно прозрачной системой перед пациентами над их данными, после чего на основе анализа были составлены требования и спроектированы модели данных и архитектура ПО для дальнейшей реализации системы, исключающая вышеизложенные недостатки.

В результате работы была спроектирована архитектура МИС, отличающаяся от других систем использованием децентрализованного файлового хранилища (IPFS). Помимо этого, реализована серверная часть, взаимодействующая с узлами блокчейн-сети для отслеживания пациентом всех изменений, происходящих с его медицинской картой.

Научные руководители —

канд. физ.-мат. наук, доц. В. Я. Блощицын, ст. преподаватель П. А. Сазонова

УДК 004.822

Разработка семантической модели структуры организации

И. С. Немцев

Новосибирский государственный университет

При попадании в незнакомую среду люди обычно испытывают психологический дискомфорт и трудности, связанные с неопределенностью и неизвестностью. Потенциальные потребители услуг тратят бесценное время на то, чтобы понять, как добраться до нужного магазина в торговом центре или получить необходимую справку в государственном учреждении, новые сотрудники компаний долго разбираются в процессах и привыкают к новому коллективу и т. д. Решением этой проблемы могут стать интеллектуальные помощники [1, 2], помогающие людям адаптироваться к новой для них среде. Данная работа является частью проекта по созданию интеллектуального помощника и направлена на разработку семантической модели [3].

Цель данной работы — разработать семантическую модель структуры организации, которая позволит учитывать временные и порядковые ограничения, а также ограничения уровня доступа и компетенций.

В рамках данной работы сформулированы следующие задачи: анализ существующих подходов и решений, формулировка требований к разрабатываемой модели, разработка модели структуры организации, создание программного интерфейса для взаимодействия с моделью, практическая апробация разработанной модели на примере НГУ.

Несмотря на то что модель будет апробирована на специфической предметной области, ее можно применить и в других предметных областях, и с другой категорией пользователей.

На текущий момент были решены следующие задачи: произведен анализ существующих подходов и решений, сформулированы требования к разрабатываемой модели, а также начата разработка модели структуры организации. В дальнейшем необходимо приступить к разработке программного интерфейса и тестированию семантической модели структуры организации.

1. Пальчунов Д. Е. Поиск и извлечение знаний: порождение новых знаний на основе анализа текстов естественного языка // Философия науки. 2009. № 4 (43). С. 70–90.
2. Дервянко Д. В., Пальчунов Д. Е. Формальные методы разработки вопросно-ответной системы на естественном языке // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Сер.: Информ. технологии. 2014. Т. 12, № 3. С. 34–47.
3. Palchunov D., Yakhyaeva G. Application of boolean-valued models and FCA for the development of ontological models // Proc. 2nd Int. Workshop Formal Concept Anal. Knowledge Discovery (FCA4KD); CEUR Workshop Proceedings. 2017. Vol. 1921. P. 77–87.

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук, доц. В. А. Чуркин

УДК 330.322

Разработка мобильного приложения для платформы Android, способствующего формированию привычек здорового образа жизни

Т.М. Николаева

Новосибирский государственный университет

Формирование здорового образа жизни сегодня является актуальной темой для любого человека. Современная жизнь требует больших вложений своего труда, времени и, главное, здоровья ради достижения собственных целей. Поэтому разработка мобильного приложения для отслеживания привычек здорового образа жизни является актуальной задачей.

Цель данной работы — разработка мобильного приложения «Дневник Здоровья» для выстраивания навыков правильного образа жизни.

Механизм заключается в создании специальных трекеров, которые фиксируют успехи пользователей. Если пользователь зашел в приложение и отметил о выполнении своей задачи, тогда дата в календаре отразит это. Задача пользователя — как можно больше дней в месяце посвятить развитию себя. Также функцией приложения являются челленджи. В такой форме наиболее важно заходить в приложение каждый день без перерывов, потому что данная функция позволяет прививать новые полезные привычки или избавляться от вредных. При каждом пропуске отсчет дней будет начинаться сначала.

В работе исследованы классические приложения для отслеживания. Из всех рассмотренных аналогов отобраны и проанализированы наиболее подходящие. Проведены исследования по нативным и гибридным приложениям для выявления лучшего варианта. В результате разработано приложение на базе Android с функцией формирования привычек здорового образа жизни.

Научный руководитель — канд. техн. наук, доц. В.Я. Блощицын

УДК 004.58

Разработка интеллектуального помощника секретаря кафедры

А. О. Олейник

Новосибирский государственный университет

Ежегодно студентам необходимо заполнять различные формы, а секретарю кафедры — внимательно проверять сотни этих документов на наличие опечаток, ошибок в оформлении и форматировании, что не гарантирует грамотность конечного документа. Поэтому разработка интеллектуального помощника для создания индивидуальных заготовок является актуальной задачей [1, 2].

Цель данной работы — разработка интеллектуального помощника секретаря кафедры.

На вход программе подается шаблон документа, который нужно заполнить, список студентов, научных руководителей и иная необходимая информация. На выходе получаются заполненные документы. Также функцией интеллектуального помощника является проверка уже заполненных шаблонов на соответствие форме.

В работе исследованы известные программные системы для заполнения шаблонов документов. Из всех рассмотренных аналогов отобраны и проанализированы наиболее подходящие. В результате был разработан интеллектуальный помощник с использованием семантических предметно-ориентированных языков [3] и онтологических моделей предметных областей [4, 5].

1. Деревянко Д. В., Пальчунов Д. Е. Формальные методы разработки вопросно-ответной системы на естественном языке // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Сер.: Информ. технологии. 2014. Т. 12, № 3. С. 34–47.
2. Palchunov D., Vaganova A. Methods for Developing Digital Twins of Roles Based on Semantic Domain-Specific Languages // 2021 IEEE 22nd Int. Conf. Young Professionals Electron Devices Mater. (EDM). 2021. P. 515–519.
3. Gumirov V. S., Matyukov P. Y., Palchunov D. E. Semantic Domain-specific Languages // 2019 Int. Multi-Conf. Eng., Comput. Inf. Sci. (SIBIRCON). Novosibirsk, Russia, 21–27 Oct. 2019. IEEE Press, 2019. P. 0955–0960.
4. Palchunov D., Yakhyaeva G. Application of boolean-valued models and FCA for the development of ontological models // Proc. 2nd Int. Workshop Formal Concept Anal. Knowledge Discovery (FCA4KD); CEUR Workshop Proceedings. 2017. Vol. 1921. P. 77–87.
5. Palchunov D. Application of FCA for Domain Model Theory Investigation // Kovalev S. M., Kuznetsov S. O., Panov A. I. (eds) Artificial Intelligence. RCAI 2021 // Lecture Notes in Computer Science. Vol. 12948. Springer, Cham, 2021. P. 119–134.

Научный руководитель — д-р физ.-мат. наук, проф. Д. Е. Пальчунов

УДК 004.8

Разработка методов распознавания эмоций пользователя на основе анализа видеопотока

С. В. Паршукова

Новосибирский государственный университет

При общении, помимо речи, человек активно использует мимику. Автоматизация идентификации образов с помощью компьютера, а также улучшение существующих методов и алгоритмов является одним из наиболее актуальных направлений развития искусственного интеллекта.

Цель данной работы — разработка и реализация метода распознавания эмоций пользователя на основе анализа видеопотока.

Предлагается декомпозировать исходную задачу: передать нейронным сетям роль восприятия (детектирование и отслеживание движений отдельных частей лица) и интерпретировать полученную информацию в рамках семантической модели [1].

Данный модуль для интеллектуальных помощников позволит дать ключ к пониманию особенностей работы интеллекта человека, оценить настроение пользователя и выбрать наиболее эффективный сценарий общения [2].

Использование преимуществ нейронных сетей и семантических моделей позволит получить точную и интерпретируемую модель. Развитие «эмпатии» у интеллектуальных помощников способствует повышению качества обслуживания пользователей. Это особенно важно при общении с больными, в частности при реализации телемедицины [3].

1. Palchunov D., Yakhyaeva G. Application of boolean-valued models and FCA for the development of ontological models // Proc. 2nd Int. Workshop Formal Concept Anal. Knowledge Discovery (FCA4KD); CEUR Workshop Proceedings. 2017. Vol. 1921. P. 77–87.
2. Деревянко Д. В., Пальчунов Д. Е. Формальные методы разработки вопросно-ответной системы на естественном языке // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Сер.: Информ. технологии. 2014. Т. 12, № 3. С. 34–47.
3. Palchunov D. E., Tishkovsky D. E., Tishkovskaya S. V., Yakhyaeva G. E. Combining logical and statistical rule reasoning and verification for medical applications // Proc. Int. Multi-Conf. Eng., Comp. Inf. Sci. (SIBIRCON). 2017. P. 309–313.

Научный руководитель — д-р физ.-мат. наук, проф. Д. Е. Пальчунов

УДК 004.89

Модуль анализа и преобразования данных для рекомендательной системы дистанционного обучения

Т.М. Подкур

Новосибирский государственный университет

Дистанционное образование является одним из перспективных направлений развития современного образования [1, 2]. С каждым годом возрастает спрос на образовательные курсы. Существуют различные виды обучающего контента: электронные курсы в текстовом и видеоформатах, а также вебинары, тесты, базы знаний и блоги.

Чтобы упростить пользователю поиск интересующего его контента, была создана рекомендательная система ChooseYourCourse [3]. Она включает курсы нескольких платформ одновременно, строит для них единую классификацию, а также может на основе опроса определить потребности пользователя и рекомендовать соответствующий курс.

Студентам часто требуется не только брать информацию из образовательных платформ, но и использовать другие источники: электронные статьи и книги, лекции на видеоплощадках. Также курс может основываться на нескольких других курсах. Таким образом, студенту необходимо сначала освоить одни материалы и только потом приступить к изучению следующих.

Для решения этой проблемы предложено разработать программный модуль, который совершенствует существующую рекомендательную систему.

Разработана архитектура модуля, сформированы модели обучающего контента различных форматов. Исследованы закономерности, влияющие на меру связи между курсами. Расширена база платформ электронных курсов. Разработан и реализован алгоритм построения иерархии курсов.

1. Зыкова А. А., Яхьяева Г. Э. Программная система «Абитуриент — Студент» // Вестн. Москов. гор. пед. ун-та. Сер.: Информатика и информатизация образования. 2020. № 4 (54).
2. Баталин К. В., Яхьяева Г. Э. Система управления оценочными средствами // Вестн. НГУ. Сер.: Информ. технологии. 2020. Т. 18, № 2. С. 5–14.
3. Подкур Т. М., Шестакова Е. А. Разработка рекомендательной системы электронных курсов // Материалы 59-й Междунар. науч. студ. конф. Новосибирск, 2021. С. 157.
4. Подкур Т. М. Разработка модуля обработки контента для рекомендательной системы электронных курсов // Материалы междунар. конф. «Мальцевские чтения». Новосибирск, 2021. С. 46.
5. Подкур Т. М., Шестакова Е. А., Яхьяева Г. Э. Модуль обработки контента системы дистанционного обучения ChooseYourCourse // VIII Междунар. конф. «Знания — Онтологии — Теории» (ЗОНТ-2021). 2021. С. 237–247.

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук, доц. Г. Э. Яхьяева

Генетический алгоритм с мультикритериальной фитнес-функцией для автоматического конструирования числовых признаков

Н. А. Радеев

Новосибирский государственный университет
Новосибирский исследовательский центр ООО «Техкомпания Хуавей»

В анализе данных конструирование полезных признаков на основе существующих является важной задачей для аналитика данных. Эту задачу можно облегчить, уменьшив размерность признакового пространства и скомбинировав несколько признаков, избегая ухудшения делимости признакового пространства по классам. В настоящее время существует ряд работ в направлении конструирования признаков с помощью генетических алгоритмов [1] для частных наборов данных [2] либо для данных определенного вида [3]. Их применимость для широкого перечня наборов данных не изучалась, а функция оценки качества получаемого решения обычно примитивна и представлена качеством работы простой модели машинного обучения на полученных алгоритмом признаках.

Генетические алгоритмы дают возможность решать задачу оптимизации для широкого множества функций, в том числе для недифференцируемых. Это дает потенциал для создания сложных функций оценки. Создание мультикритериальной фитнес-функции позволяет оптимизировать сразу несколько критериев. Это дает возможность уменьшить вероятность переобучения и создавать признаки, улучшающие качество сразу нескольких типов моделей классификации. Из-за древовидной структуры представления хромосомы полученные алгоритмом признаки хорошо поддаются интерпретации со стороны специалиста.

Полученный алгоритм может быть использован специалистом для конструирования и интерпретации числовых признаков для табличных данных, а также для уменьшения размерности признакового пространства. Настоящий алгоритм предназначен для использования в задаче бинарной и многоклассовой классификации.

1. Sondhi, Parikshit. Feature Construction Methods: A Survey // Sifaka. Cs. Uiuc. Edu. 2009.
2. Virgolin, Marco; Alderliesten, Tanja; Peter, A. N. Bosman. On Explaining Machine Learning Models by Evolving Crucial and Compact Features // Swarm Evolutionary Computation. 2020. Vol. 53. P. 100640. URL: <https://doi.org/10.1016/j.swevo.2019.100640>
3. Tran, Binh; Bing, Xue; Mengjie, Zhang. Genetic Programming for Feature Construction and Selection in Classification on High-Dimensional Data // Memetic Computing. 2016. Vol. 8 (1). P. 3–15. URL: <https://doi.org/10.1007/s12293-015-0173-y>

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук, доц. Г. Э. Яхьяева

УДК 004.415

Разработка функции получения анализа состава продукта по его штрихкоду в мобильном приложении

М. Е. Рыбина

Новосибирский государственный университет

Тема правильного питания и здорового образа жизни сейчас очень актуальна [1]. В связи с этим многие люди хотят покупать продукты с хорошим, безопасным составом. Однако чтение состава — процесс долгий и непонятный, так как потребитель не знает, какая пищевая добавка опасна, а какая — нет. Кроме того, список опасных пищевых добавок очень большой и запомнить его трудно, а состав, как правило, написан мелким шрифтом и в неудобных местах упаковки. Экспертные оценки о полезности продуктов, как правило, субъективны и противоречат друг другу [2, 3].

Цель данной работы — разработка мобильного приложения, рекомендующего полезные продукты: человек, покупая очередной товар, может отсканировать его штрихкод и получить всю информацию по составу продукта, оценку данного товара, а также рекомендацию на продукты аналогичного типа с хорошим составом.

Реализована функция мобильного приложения, позволяющая пользователю по фотографии штрихкода продукта получить анализ его состава. Для этого было реализовано обращение к двум серверам. Первый сервер позволяет получить название продукта по коду из его штрихкода. Далее, полученное название отправляется на второй сервер. Данный сервер был разработан специально для поставленной задачи и предоставляет анализ состава продукта по его названию. Анализ включает состав продукта, выявленные добавки со степенями опасности и общую оценку продукта по пятибалльной шкале.

1. Лядова А. В., Лядова М. В. Здоровый образ жизни как ценность: взгляд молодежи // Казачество. 2016. № 9 (22).
2. Yakhyaeva G., Skokova V. Subjective Expert Evaluations in the Model-Theoretic Representation of Object Domain Knowledge // Lecture Notes in Computer Science. 2021. Т. 12948 LNAI. С. 152–165.
3. Palchunov D., Yakhyaeva G. Representation of Knowledge Using Different Structures of Concepts // CEUR Workshop Proceedings. 2020. Vol. 2729. P. 69–74.

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук, доц. Г. Э. Яхьяева

**Разработка смарт-контрактов для системы
электронных медицинских карт
на основе блокчейн-платформы Quorum**

В.П. Секрет

Новосибирский государственный университет

В современном мире существует потребность в создании системы, которая позволит собрать в единой медицинской карте все данные пациента из различных медицинских учреждений, наладить механизм передачи полной картины истории болезней врачу, а также даст возможность ввести электронный документооборот между медицинскими учреждениями.

В настоящее время система электронных медицинских карт, построенная на основе технологии блокчейн, является популярной темой исследований. Децентрализация, неизменность данных, возможность отслеживания их происхождения, безопасность и конфиденциальность блокчейна рассматриваются как функции, которые делают его весьма подходящим для управления электронными медицинскими картами.

На основе анализа существующих решений, посвященных предложениям по архитектуре системы электронных медицинских карт с использованием технологии блокчейн, определены требования и разработана архитектура системы, которая, в отличие от аналогов, реализует устойчивость к DOS-атакам, а также лишает злоумышленников возможности вычислять данные, касающиеся других пользователей системы. Для разработки выбрана платформа Quorum, которая является реализацией блокчейна Ethereum Enterprise — частной или разрешенной версией популярного блокчейна Ethereum. Разработаны и реализованы смарт-контракты, которые позволят регистрировать пользователей системы, получать информацию об их медицинских записях или добавлять ее, а также предоставлять или отзывать доступ к ней. Реализация смарт-контрактов позволяет предоставлять доступ не только поставщикам медицинских услуг, но и отдельным врачам. При проектировании смарт-контрактов было уделено внимание разработке алгоритмов регистрации врачей и поставщиков медицинских услуг. Для организации разрешенного блокчейна используются специальные смарт-контракты регистрации, которые позволяют узлам сети читать конфигурацию разрешений на подключение и отправку транзакций из одного места, такой подход повышает безопасность и гибкость системы.

В результате создана блокчейн-сеть, которая при помощи реализованных в ней смарт-контрактов предоставляет надежный инструмент, позволяющий пользователю осуществлять контроль доступа к своей медицинской карте.

Научные руководители —
канд. физ.-мат. наук, доц. В.Я. Блощицын, П.А. Сазонова

УДК 004.9

Теоретико-модельный подход к формализации потребностей пользователя

Е. А. Трофимова

Новосибирский государственный университет

Цель работы — разработать интеллектуальную диалоговую систему для автоматизированного выявления и формализации потребностей пользователя. В дальнейшем построенные модели потребностей могут быть использованы для поиска путей их реализации.

В основе предлагаемого подхода лежит теория И. А. Мельчука «Смысл \Leftrightarrow Текст» [1], а формализация знаний осуществляется в виде атомарных диаграмм и их фрагментов [2], что позволяет учитывать и синтаксическую, и семантическую составляющие текстовых сообщений. Такой подход применялся на практике для описания потребностей пользователей в сфере тарифов и услуг мобильной связи [3, 4].

Для построения модели потребности используется база знаний, построенная на основе 4-уровневой модели представления знаний [5], которая включает онтологию предметной области, общие утверждения и прецеденты и, наконец, оценочные и вероятностные знания, в которые входят и знания о пользователе.

В ходе диалога с пользователем система выстраивает формальную модель потребности в терминах фрагментов атомарных диаграмм, используя базу знаний. По завершении процесса построения встроенный семантический механизм рассуждений будет применять эту модель для аргументированного поиска вариантов удовлетворения потребности.

1. Мельчук И. А. Опыт теории лингвистических моделей «Смысл — Текст». 2-е изд. М., 1999.
2. Махасоева О. Г., Пальчунов Д. Е. Автоматизированные методы построения атомарной диаграммы модели по тексту естественного языка // Вестн. НГУ. Сер.: Информ. технологии. 2014. Т. 12, вып. 2. С. 64–73.
3. Долгушева Е. В., Пальчунов Д. Е. Теоретико-модельные методы порождения знаний о предпочтениях абонентов мобильных сетей // Вестн. НГУ. Сер.: Информ. технологии. 2016. Т. 14, № 2. С. 5–16.
4. Palchunov D., Yakhyaeva G., Dolgusheva E. Conceptual methods for identifying needs of mobile network subscribers // CEUR Workshop Proc. 2016. Vol. 1624. P. 147–160.
5. Найданов Ч. А., Пальчунов Д. Е., Сазонова П. А. Теоретико-модельные методы интеграции знаний, извлеченных из медицинских документов // Вестн. НГУ. Сер.: Информ. технологии. 2015. Т. 13, № 3. С. 29–41.

Научный руководитель — д-р физ.-мат. наук, проф. Д. Е. Пальчунов

Разработка методов выражения эмоций для создания виртуальных помощников

Г. К. Хлиманкова

Институт математики им. С. Л. Соболева СО РАН, Новосибирск
Новосибирский государственный университет

В настоящее время голосовые помощники (ГП) становятся неотъемлемой частью повседневной жизни, они встроены в различные продукты, такие как смартфоны и интеллектуальные колонки в домах потребителей. Информация, которой оперирует интеллектуальный помощник, чаще всего является текстовой или аудиоинформацией на естественном языке [1], но эффективность взаимодействия ГП и пользователя [2] можно усилить за счет анимации выражения эмоций. Именно поэтому цель данной работы — разработка приложения, поддерживающего выражение эмоций, для дальнейшего использования при создании интеллектуальных помощников.

Основными технологиями, изучаемыми в процессе выполнения работы, являются технологии 3D-анимации, риггинга и принципы разработки предметно-ориентированных языков (DSL). Поскольку персонаж должен не только убедительно выражать эмоции, но и максимально подстраиваться под различные сценарии, необходимо, чтобы спектр выражаемых им эмоций был максимально обширным, этому способствует использование *Facial Action Coding System*.

Планируется разработать визуальный предметно-ориентированный язык [3], основанный на FACS. DSL — это язык программирования с более высоким уровнем абстракции, отражающий специфику решаемых с его помощью задач.

В ходе работы был разработан 3D-персонаж, произведен риггинг и прорисована анимация нескольких базовых эмоций. Также в разработке находится приложение, основной функцией которого будет являться отображение определенного перечня эмоций и возможность создать новую путем изменения положения черт лица и задания интенсивности.

1. Деревянко Д. В., Пальчунов Д. Е. Формальные методы разработки вопросно-ответной системы на естественном языке // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Сер.: Информ. технологии. 2014. Т. 12, № 3. С. 34–47.
2. Palchunov D., Yakhyaeva G., Dolgusheva E. Conceptual methods for identifying needs of mobile network subscribers // CEUR Workshop Proc. 2016. Vol. 1624. P. 147–160.
3. Gumirov V. S., Matyukov P. Y., Palchunov D. E. Semantic Domain-specific Languages // 2019 Int. Multi-Conf. Eng., Comput. Inf. Sci. (SIBIRCON). Novosibirsk, Russia, 21–27 Oct. 2019. IEEE Press, 2019. P. 0955–0960.

Научный руководитель — д-р физ.-мат. наук, проф. Д. Е. Пальчунов

УДК 004.94

Анализ поведения пользователей с использованием данных истории перемещений при составлении персональных рекомендаций мест

А. К. Хорошавин

Новосибирский государственный университет

Современные рекомендательные системы все чаще стремятся уходить от «явного» способа сбора данных о предпочтениях пользователей посредством анкет, опросов и других методов экспертной оценки продукта [1]. Вместо этого применяется «неявный» способ анализа поведения пользователя путем фиксирования его действий в системе: какие продукты смотрел, где оставлял отзыв, что добавлял в избранное [2, 3].

Тем не менее не все пользователи могут/хотят оставлять комментарии, добавлять что-то в избранное. Из-за этого теряется возможность узнать предпочтения пользователей, и для них нужен фактор, который не требует какого-либо взаимодействия с интерфейсами систем.

Одним из таких факторов является местоположение пользователя. За счет развития технологий определения местоположения существует возможность регистрировать индивидуальную историю перемещений в виде пространственно-временных данных [4]. Зная, где пользователь находится/находился, система определит ближайшие места, куда добраться проще и быстрее, — потенциальные рекомендации.

Использование данного метода составления рекомендаций реализуется в рекомендательной системе WhereToGo.NSK [5], что позволяет решать проблему «холодного старта».

Анализ местоположения не требует каких-либо действий и начинает работать с первого запуска сервиса или приложения на устройстве. Так формируется набор предпочтений, которым смогут воспользоваться другие рекомендательные алгоритмы системы.

1. Yakhyaeva G., Skokova V. Subjective Expert Evaluations in the Model-Theoretic Representation of Object Domain Knowledge // Lecture Notes in Computer Science. 2021. T. 12948 LNAI. С. 152–165.
2. Palchunov D., Yakhyaeva G. Application of boolean-valued models and FCA for the development of ontological models // Proc. 2nd Int. Workshop Formal Concept Anal. Knowledge Discovery (FCA4KD); CEUR Workshop Proceedings. 2017. Vol. 1921. P. 77–87.
3. Palchunov D., Yakhyaeva G. Representation of Knowledge Using Different Structures of Concepts // CEUR Workshop Proceedings. 2020. Vol. 2729. P. 69–74.
4. Yuichiro, Takeuchi; Masanori, Sugimoto. An Outdoor Recommendation System based on User Location History // ubiPCMM. 2005.
5. Хорошавин А. К. Использование индивидуальной истории местоположений для контент-ориентированной рекомендации мест // VIII Междунар. конф. «Знания — Онтологии — Теории» (ЗОНТ-2021). 2021. С. 329.

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук, доц. Г. Э. Яхьяева

Проектирование архитектуры модуля детектирования аномалий

Д. А. Худяков

Новосибирский государственный университет

В современной разработке программного обеспечения используется множество различных инструментов, помогающих повысить эффективность процессов. Одним из таких инструментов является логирование — процесс сбора и хранения данных о работе системы для дальнейшей обработки. Основная цель логов — записывать изменение состояния системы и важные события в различных критических точках исполнения. Логи помогают отладить системные сбои и выполнить анализ первопричин.

Тем не менее в современных системах логи сложно анализировать в ручном режиме, поскольку они состоят из огромного числа сообщений от разных компонент системы, написанных разными разработчиками. В связи с этим существует спрос на автоматическую обработку логов. Особенно актуальна задача онлайн-мониторинга логов для выявления в них аномалий с целью как можно более быстрого реагирования на сбои в системе.

В компании True Engineering разрабатывается система *Problem Detection Platform* (PDP) — анализатор логов, помогающий специалистам технической поддержки обнаруживать возникающие проблемы при эксплуатации разработанных в компании продуктов. Одним из модулей данной системы должен стать детектор аномалий, работающий в режиме, приближенном к реальному времени.

В рамках данной работы проанализированы современные подходы к детектированию аномалий и рассмотрены некоторые архитектуры систем [1, 2] на основе этих подходов. Выявлены основные распространенные проблемы при детектировании и проанализированы подходы к их решению. В результате была спроектирована архитектура будущего модуля детектирования аномалий с использованием уже разработанных в рамках системы PDP модулей.

1. Du M., Li F., Zheng G., Srikumar V. Deeplog: Anomaly detection and diagnosis from system logs through deep learning // Proc. 2017 ACM SIGSAC Conf. Comput. Commun. Security (CCS). 2017. P. 1285–1298.
2. Zhang X., Li Z., Chen J. Robust log-based anomaly detection on unstable log data // Proc. 2019 27th ACM Joint Meeting. Tallinn, Estonia. 2019, 26–30 August. P. 807–817.

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук, доц. Г. Э. Яхьяева

УДК 004.41

Разработка мобильного приложения для платформы iOS для публикации пользовательских рекомендаций о соусах с функционалом рекомендательной системы

С. Т. Черновский

Новосибирский государственный университет

При покупке товаров тех категорий, из которых до данного момента человеком ничего не покупалось, велика вероятность траты времени на обдумывание, в пользу какой марки, модели, типа или сорта стоит сделать выбор. Такая же ситуация возникает, когда с полки пропадает предпочитаемый товар, и появляется необходимость поиска альтернативы.

Приложение для публикации пользовательских отзывов о соусах с функционалом рекомендательной системы — проект, который будет уменьшать время, затрачиваемое на выбор между двумя товарами и более. В конце работы планируется разработать программу, показывающую пользователю отзывы о соусе и поддерживающую создание списка покупок и показ рекомендаций замены пунктов, отсутствующих в магазине.

Цель данной работы — разработка приложения, упрощающего выбор соуса посредством отзывов и рекомендаций, данных системой.

Проведен анализ существующих решений, определены требования и целевая аудитория. Решено использовать язык Swift для разработки клиентской части приложения и Java для разработки серверной части.

Инженерная новизна данной работы заключается в составлении нового алгоритма определения актуальности отзывов, учитывающего их актуальность. Также разработана своя система рекомендаций. Система работает следующим образом: для каждого соуса составляется нормализованный TF-IDF-вектор тэгов, основанный на отзывах. Далее похожий вектор строится для пользователей: но в этот раз помимо частоты учитывается и оценка, данная соусу. После для каждого соуса вычисляется косинусная схожесть, и в зависимости от ее величины продукт будет предлагаться данному пользователю: чем ближе данная мера к 1, тем более вероятно, что пользователю понравится предложение.

Научные руководители — канд. техн. наук, доц. В. Я. Блощицын, П. А. Сазонова

Разработка семантических смарт-контрактов на основе технологии блокчейн

С. И. Чернявцева

Новосибирский государственный университет

С появлением технологии блокчейн стала возможной автоматизация и оптимизация процессов совершения сделок, что привело к появлению такого понятия, как «смарт-контракт». Цель данной работы — разработка семантических смарт-контрактов на основе технологии блокчейн.

Умный контракт (смарт-контракт) может реализовать правила управления для любого типа бизнес-объектов, так что они будут автоматически исполняться при выполнении смарт-контракта. Все условия контракта должны иметь программное описание и ясную логику исполнения. Таким образом, основной принцип умного контракта состоит в полной автоматизации и достоверности исполнения договорных отношений [1]. Для разработки смарт-контрактов мы используем семантические предметно-ориентированные языки [2] и онтологические модели предметных областей [3–5].

В данном докладе рассматриваются смарт-контракты и их роль в информационных технологиях, особенности и преимущества в сравнении с физическими аналогами, семантические предметно-ориентированные языки и онтологические модели предметных областей.

1. Galieva A. G., Palchunov D. E. Logical Methods for Smart Contract Development // 2019 Int. Multi-Conf. Eng., Comp. Inf. Sci. (SIBIRCON). Novosibirsk, Russia, IEEE Press, 2019. P. 0881–0885.
2. Gumirov V. S., Matyukov P. Y., Palchunov D. E. Semantic Domain-specific Languages // 2019 Int. Multi-Conf. Eng., Comput. Inf. Sci. (SIBIRCON). Novosibirsk, Russia, 21–27 Oct. 2019. IEEE Press, 2019. P. 0955–0960.
3. Пальчунов Д. Е., Степанов П. А. Применение теоретико-модельных методов извлечения онтологических знаний в предметной области информационной безопасности // Программная инженерия. 2013. № 11. С. 8–16.
4. Palchunov D., Yakhyayeva G. Application of boolean-valued models and FCA for the development of ontological models // Proc. 2nd Int. Workshop Formal Concept Anal. Knowledge Discovery (FCA4KD); CEUR Workshop Proceedings. 2017. Vol. 1921. P. 77–87.
5. Palchunov D. Application of FCA for Domain Model Theory Investigation // Kovalev S. M., Kuznetsov S. O., Panov A. I. (eds) Artificial Intelligence. RCAI 2021 // Lecture Notes in Computer Science. Vol. 12948. Springer, Cham, 2021. P. 119–134.

Научный руководитель — д-р физ.-мат. наук, проф. Д. Е. Пальчунов

УДК 004.932.2

**Разработка методов предварительной обработки изображений
для решения задачи семантической сегментации
в проекте *Duckietown***

Д. Е. Шабалина

Новосибирский государственный университет

В настоящее время активно развиваются и используются тренажеры, которые имитируют индустриальные технологические и различные роботизированные системы. Одним из таких тренажеров является *Duckietown* — уменьшенная модель городской транспортной среды, которая включает размеченные дороги, дорожные знаки, светофоры, транспорт и пешеходов. Проект *Duckietown* отражает особенности индустриальных автопилотируемых систем с ограниченными ресурсами: роботы оснащены только камерами, а также имеют слабую вычислительную мощность и минимальный набор датчиков. Технологии платформы *Duckietown* позволяют решать масштабные проблемы в области автономного управляемого транспорта.

На сегодняшний день важной задачей, в том числе в рамках проекта *Duckietown*, является семантическая сегментация изображений — разделение изображения на отдельные группы пикселей, соответствующие одному объекту с одновременным определением типа объекта в каждой области.

Цель данной работы — разработка программного обеспечения для автоматического построения обучающего набора данных для семантической сегментации изображений в проекте *Duckietown*.

В работе исследованы классические алгоритмы компьютерного зрения, проведены эксперименты, позволившие оценить применимость этих алгоритмов к задаче сегментации изображений на тренажере *Duckietown*. В результате был реализован алгоритм предварительной обработки изображений для решения задачи семантической сегментации. На изображении выделены следующие сегменты: дорога, белые, желтые и красные линии разметки, знаки, *Duckiebots*, фон.

Научный руководитель — канд. техн. наук Т. В. Лях

Разработка алгоритма рекомендаций по запросу пользователя для системы дистанционного обучения

Е. А. Шестакова

Новосибирский государственный университет

В последние годы дистанционное образование становится неотъемлемой частью жизни общества [1, 2]. Отличным средством для получения новых знаний или углубления в изучаемые ранее предметы является самообразование при помощи электронных курсов, выложенных на образовательных платформах. В связи с этим в интернете наблюдается тенденция стремительного роста количества электронных курсов и образовательных платформ.

Для оптимизации поиска наиболее полезного пользователю образовательного контента с различных платформ ведется разработка рекомендательной системы электронных курсов ChooseYourCourse [3, 4].

За основу в реализации рекомендательной системы был взят подход *Content-based Filtering*. В рамках данного подхода для принятия решения, рекомендовать пользователю определенный курс или нет, разработаны профиль пользователя [2] и алгоритмы его формирования, основанные на результатах анкетирования и действий пользователя в системе. Для повышения точности рекомендаций в рамках данной работы велась разработка алгоритма рекомендаций, учитывающего текстовые запросы пользователя в системе [3]. Информация, полученная и обработанная с помощью работы алгоритма, основанного на применении логических методов обработки информации, сохраняется в профиль пользователя и в совокупности с другими параметрами используется непосредственно для персонализации рекомендаций.

1. Зыкова А. А., Яхьяева Г. Э. Программная система «Абитуриент — Студент» // Вестн. Москов. гор. пед. ун-та. Сер.: Информатика и информатизация образования. 2020. № 4 (54).
2. Баталин К. В., Яхьяева Г. Э. Система управления оценочными средствами // Вестн. НГУ. Сер.: Информ. технологии. 2020. Т. 18, № 2. С. 5–14.
3. Подкур Т. М., Шестакова Е. А. Разработка рекомендательной системы электронных курсов // Материалы 59-й Междунар. науч. студ. конф. Новосибирск, 2021. С. 157.
4. Подкур Т. М., Шестакова Е. А., Яхьяева Г. Э. Модуль обработки контента системы дистанционного обучения ChooseYourCourse // VIII Междунар. конф. «Знания — Онтологии — Теории» (ЗОНТ-2021). 2021. С. 237–247.

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук, доц. Г. Э. Яхьяева

УДК 004.912

**Разработка генератора логически связанных предложений
на естественном языке
для генеративно-состязательной нейронной сети**

А. А. Шишкин

Новосибирский государственный университет

Задача выявления отношений логической выводимости между парами текстов на данный момент широко исследуется. Причина — в большом количестве возможных сценариев ее применения. Среди них приложения, анализирующие ответы на вопросы или занимающиеся выявлением противоречий в документах.

В рамках работы для получения достаточной точности предсказаний предлагается использовать генеративно-состязательные нейронные сети [1]. Это относительно новая архитектура, которая уже показала высокие результаты в обработке изображений [2]. Однако для решения задач обработки естественного языка в целом и поиска противоречий в документах на естественном языке в частности данный вид нейронных сетей требует предварительной адаптации методов и подходов.

Цель данной работы — разработка генератора логически связанных предложений на естественном языке для генеративно-состязательной нейронной сети.

В рамках работы рассматриваются наборы предложений из массива данных [3], опубликованного в открытом доступе Стэнфордским университетом.

В ходе выполнения работы решены следующие задачи: изучены архитектуры нейронных сетей, подходящих для достижения цели; выбран набор необходимых инструментов; сформулирован принцип построения модуля. В дальнейшем необходимо приступить к реализации и тестированию модуля.

1. Taeksoo K., Moonsu C., Hyunsoo K. et al. Learning to Discover Cross-Domain Relations with Generative Adversarial Networks. 2017.
2. Radford A., Metz L., Chintala S. Unsupervised representation learning with deep convolutional generative adversarial networks // ICLR. 2016.
3. Bowman S. R., Angeli G., Potts C., Manning C. D. A large annotated corpus for learning natural language inference // Conf. Empirical Methods Natural Language Proc. — Assoc. Comput. Linguistics. 2015. P. 632–642.

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук, доц. В. А. Чуркин

Семантические методы разработки смарт-контрактов

П. Н. Щербакова

Новосибирский государственный университет

Современные технологии уверенными темпами внедряются в нашу жизнь. В то время как некоторые люди все еще спорят о пользе или вреде процесса цифровизации, тенденции внедрения инновационных технологий в нашу жизнь уже становятся обыденностью. Именно создание смарт-контрактов является одним из наиболее ярких примеров [1, 2].

На сегодняшний день проблема изучения смарт-контрактов актуальна как никогда ранее. В условиях глобальной пандемии COVID-19 мир был вынужден кардинально поменяться. Многие люди в меру своих возможностей стали переводить свою деятельность в цифровую среду.

Интерес общества к смарт-контрактам легко объясним, поскольку их применение способно автоматизировать жизненные и деловые процессы, исключив человеческий фактор [3]. Стороны подписывают умный контракт, используя методы, аналогичные подписанию отправки средств в действующих криптовалютных сетях. После подписания сторонами контракт сохраняется в блокчейне и вступает в силу.

Для разработки смарт-контрактов мы используем семантические предметно-ориентированные языки [4] и онтологические модели предметных областей [5].

1. Chris Dannen. *Introducing Ethereum and Solidity*. Brooklyn, N. Y., USA: Apress, 2017. 197 p.
2. Christidis K., Devetsiokiotis M. *Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things* // IEEE Access. 2016. Vol. 4. P. 2292–2303.
3. Galieva A. G., Palchunov D. E. *Logical Methods for Smart Contract Development* // 2019 Int. Multi-Conf. Eng., Comp. Inf. Sci. (SIBIRCON). Novosibirsk, Russia, IEEE Press, 2019. P. 0881–0885.
4. Gumirov V. S., Matyukov P. Y., Palchunov D. E. *Semantic Domain-specific Languages* // 2019 Int. Multi-Conf. Eng., Comput. Inf. Sci. (SIBIRCON). Novosibirsk, Russia, 21–27 Oct. 2019. IEEE Press, 2019. P. 0955–0960.
5. Palchunov D. *Application of FCA for Domain Model Theory Investigation* // Kovalev S. M., Kuznetsov S. O., Panov A. I. (eds) *Artificial Intelligence. RCAI 2021* // Lecture Notes in Computer Science. Vol. 12948. Springer, Cham, 2021. P. 119–134.

Научный руководитель — д-р физ.-мат. наук, проф. Д. Е. Пальчунов

УДК 004.891.2

Разработка методов ведения аргументативного диалога интеллектуального помощника с пользователем

А. А. Якобсон

Институт математики им. С. Л. Соболева СО РАН, Новосибирск
Новосибирский государственный университет

Современные информационные системы, способные к диалогам с пользователем, часто строятся по схеме «отзеркаливающего диалога». Основная цель — поддерживать разговор, реагируя на прямые запросы пользователя. Но такая система не способна распознать скрытые намерения пользователя или аргументировать выданный совет. Решением этих проблем может являться построение аргументативного диалога на основе теории речевых действий для извлечения намерений из диалога и модели пользователя, а также оценки корректности возможного ответа и аргументации решения [1].

В теории речевых действий диалог между собеседниками рассматривается как совокупность речевых действий. В речевом действии выделяют две основные составляющие: высказывание (пропозициональная составляющая) и иллокутивную силу. На основе работы [2] диалог рассматривается как последовательность речевых действий.

Таким образом, алгоритм должен обладать следующими свойствами: извлекать речевые действия из диалога с пользователем [2], использовать модель пользователя и модель предметной области [3], строить аргументацию на основе прецедентов. Роль модели — служить источником информации для подкрепления предлагаемого вывода аргументами. Важнейшей частью алгоритма является построение и аргументация ответа. В соответствии с намерениями пользователя, а также с его текущим пониманием ситуации строится ответ, который помогает пользователю достичь поставленной цели, аргументация происходит на основе модели текущей предметной области.

1. Деревянко Д. В., Пальчунов Д. Е. Формальные методы разработки вопросно-ответной системы на естественном языке // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Сер.: Информ. технологии. 2014. Т. 12, № 3. С. 34–47.
2. Махина Е. Д., Пальчунов Д. Е. Программная система для определения речевых действий в текстах естественного языка // Вестн. НГУ. Сер.: Информ. технологии. 2018. Т. 16, № 4. С. 95–106.
3. Найданов Ч. А. Разработка ядра онтологической модели, настраиваемой под предметную область // Вестн. НГУ. Сер.: Информ. технологии. 2019. Т. 17, № 1. С. 72–81.

Научный руководитель — д-р физ.-мат. наук, проф. Д. Е. Пальчунов

УДК 62

Имитационное моделирование привода механизма переключения стрелочного перевода

Е. Я. Яковлева

Сибирский государственный университет
путей сообщения, Новосибирск

Цель данной работы — создание имитационных моделей привода механизма переключения стрелочного перевода в программе Automation Studio.

Задачи работы: изучение принципиальной схемы привода и управления стрелочным переводом; разработка схемы имитационной модели привода и управления стрелочным переводом с пусковым блоком и центральным приводом; разработка схемы имитационной модели привода и управления стрелочным переводом с программируемым реле; разработка схемы имитационной модели привода и управления стрелочным переводом с программируемым логическим контроллером.

В электрической централизации станции для управления стрелочными электроприводами применяется наиболее распространенная двухпроводная схема с пусковым стрелочным блоком.

Для модернизации системы управления стрелочным переводом предлагается использовать программируемое интеллектуальное реле или программируемый логический контроллер. Программируемые интеллектуальные реле являются одной из разновидностей программируемого логического контроллера. Существует практика ограниченного применения программируемых реле в аппаратуре для местного перевода острижков стрелок на подземном рельсовом транспорте шахт и рудников. Одним программируемым логическим контроллером можно заменить сотни механических или электрических реле, в том числе управляющих стрелочными переводами.

В программе Automation Studio разработаны схемы имитационных моделей привода и управления стрелочным переводом (с пусковым блоком и центральным приводом, с программируемым реле и программируемым логическим контроллером), проведено имитационное моделирование привода и управления стрелочным переводом. Разработанные имитационные модели могут быть использованы для следующих целей: изучения вариантов систем управления механизмами переключения стрелочных переводов в вузе; повышения квалификации кадров для железных дорог; моделирования неисправностей и их поиска при технической экспертизе; научных исследований, например изучения особенностей функционирования вновь разрабатываемых систем управления стрелками в характерных и специфических условиях, в том числе аварийных.

Работа выполнена в студенческом научном объединении «Механик» Сибирского государственного университета путей сообщения.

Научный руководитель — канд. техн. наук, доц. Н. А. Маслов

СЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕРНЕТА И ИХ ПРИЛОЖЕНИЯ

УДК 004.043

Анализ радиочастотного покрытия мобильных сетей с помощью устройств абонентов

С.Т. Афанасьев

Новосибирский государственный университет

В большинстве населенных пунктах есть мобильный интернет, однако его качество, как правило, оставляет желать лучшего, даже на главных улицах.

В этой работе наибольшее внимание уделено проблеме интерференции в условиях плотной застройки, когда базовые станции расположены близко друг к другу. Предлагается метод нахождения подобных проблемных зон с использованием программного обеспечения, установленного на мобильный телефон, а также приводятся результаты тестирования этого метода.

В ходе исследования была выдвинута гипотеза о том, что в зоне интерференции принимающая антенна будет регистрировать высокую амплитуду сигнала, но при этом скорость мобильного интернет-соединения будет низкой, поскольку эффект интерференции исказит передаваемую информацию.

Для проверки гипотезы разработаны следующие алгоритмы:

- 1) трилатерация для поиска приблизительных координат базовых станций;
- 2) измерение скорости интернет-соединения мобильного устройства;
- 3) статистический анализ собранных данных.

В отличие от классического алгоритма трилатерации, разработанный алгоритм использует оценку расстояния до передатчика, исходя из того, что амплитуда сигнала обратно пропорциональна квадрату расстояния до источника, поскольку определить точное расстояние до станции или узнать ее координаты, используя программное обеспечение, невозможно.

В результате исследования были получены неоднозначные результаты, в некоторых предполагаемых областях интерференции действительно наблюдалось заметное снижение качества мобильного интернет-соединения, а в некоторых — нет. Скорее всего, это связано с тем, что некоторые близко расположенные базовые станции работают на разных частотах, а какие-то — на одинаковых, и именно последние создают эффект интерференции.

Научные руководители — канд. техн. наук В.Г. Дроздова

Разработка сетевого акселератора для балансировки трафика в зависимости от контента

В. В. Ботвинко

Новосибирский государственный университет

Современный интернет используется для передачи контента разного вида, который может представлять собой IP-телефонию или телевидение, IoT, обмен файлами, онлайн-трансляции и т. д. Конечный пользователь заинтересован в своевременном получении более приоритетного для него контента, для чего применяются контент-ориентированные сети. Для их корректной и эффективной работы требуется дополнительная информация о содержимом передаваемых пакетов. Для определения передаваемого контента используется система *Deep Packet Inspection*, решения для которой являются сложными для конфигурации и требующими больших вычислительных мощностей [1]. Некоторые используемые алгоритмы невозможно применить в режиме реального времени из-за множественного обхода данных [2].

Цель данной работы — разработка системы, позволяющей проводить анализ данных в режиме реального времени с возможностью изменения модели без вмешательства в архитектуру используемого решения.

Система представляет собой решение на основе ППВМ, состоящего из предобработчика пакетов, выделяющего полезную нагрузку TCP/UDP для поиска сигнатуры одного из поддерживаемых типов контента, и постобработчика пакетов, добавляющего в пакет заголовок транспортного протокола для контент-ориентированных сетей, заполненного на основе обнаруженного контента.

В рамках работы был подобран алгоритм для реализации на ППВМ, позволяющий в режиме реального времени определить тип контента при помощи поиска сигнатур с возможностью добавления новых.

1. Гетьман А. И., Евстропов Е. Ф., Маркин Ю. В. Анализ сетевого трафика в режиме реального времени: обзор прикладных задач, подходов и решений // ИСП РАН. 2015. Вып. 28. С. 1–52. (препринт)
2. Pratibha, Khandait; Neminath Hubballi; Bodhisatwa Mazumdar. Efficient Keyword Matching for Deep Packet Inspection based Network Traffic Classification // Int. Conf. Commun. Syst. NETworkS (COMSNETS). IEEE, 2020. P. 567–570.

Научный руководитель — Г. Р. Хазанкин

УДК 004.9

Изучение функционала QGIS Web Client 2 для публикации геоданных

Г. И. Моргунов

Российский университет дружбы народов, Москва

Важнейшим компонентом геоинформационных систем являются геопорталы, которые обеспечивают взаимосвязь пользователя с размещенными на геопортале геоданными посредством веб-клиента. В последние годы в Центре ДЗЗ РУДН в качестве веб-клиента активно использовался QGIS Web Client первой версии (QWC1). Несмотря на то что у QWC1 достаточно развитый функционал, он использует устаревшие программные библиотеки и не может взаимодействовать с новейшими веб-технологиями, а также полноценно работать на мобильных устройствах. В связи с этим переход на современный и гибкий QGIS Web Client второй версии (QWC2) является актуальной задачей.

Цель данной работы — установка QWC2 на имеющейся инфраструктуре и изучение функционала развернутого приложения.

Развертывание приложения включало следующие стадии: рекурсивное клонирование репозитория в GitBash; установка компонента Yarn для работы со сторонними библиотеками в QWC2; запуск локального сервера и настройка необходимых плагинов через конфигурационные файлы `config.json`, `js/appConfig.js` и ряд других глобальных настроек; сборка пакета QWC2 в корневой папке локального сервера. QWC2 использует фреймворки React и Redux для управления пользовательским интерфейсом и библиотеку OpenLayers для отображения пространственных данных в интернете.

Развернутое приложение реализует следующие функции: работает на устройствах с разным разрешением экрана (настольный ПК, планшет и мобильный телефон) без модификации кода; обладает гибким функционалом вывода карт на печать (имеется возможность изменения масштаба, разрешения, угла поворота генерируемой карты и добавления на нее координатной сетки). В отличие от QWC1, в панели инструментов QWC2 имеется функция формирования записей внешних URL-адресов, благодаря которой пользователь может поделиться ссылкой на карту. Также QWC2 генерирует ссылку в виде QR-кода, который может быть открыт при помощи мобильного устройства.

Дальнейшее усовершенствование функционала QWC2 путем оптимизации конфигурации ПО (разработка плагина QGIS для простой публикации новых проектов в приложении QWC2; улучшение формата экспорта CSV и др.) обеспечит пользователям существенное расширение возможностей при работе с создаваемыми геопорталами и облегчит публикацию геоинформационных проектов и данных в интернете.

Научный руководитель — А. В. Орловский

УДК 004.62:004.932:004.55

Разработка специализированной веб-галереи наскальных рисунков и археологических артефактов

О. Ю. Соколова

Новосибирский государственный университет

Документирование археологических объектов — петроглифов и орнаментированных предметов мобильного искусства — позволяет проводить последующие исследования без обращения к оригиналу. Однако полученные в результате фотофиксации материалы недостаточно информативны как иллюстративное средство вследствие того, что наскальные рисунки или орнаменты, как правило, слабо различимы. В то же время другие визуальные формы представления археологических объектов (художественная зарисовка, прорисовка на прозрачную пленку, эстампажи и т. п.) более когнитивны, однако для изучения не могут использоваться без объективных (исходных) данных, таких как фотоснимки. Поэтому для проведения исследований необходимо сопоставлять оригинал и выявленные древние рисунки и орнаменты, чего можно достичь с помощью их наложения на фотоснимок археологического объекта.

Интерактивное, управляемое пользователем наложение прорисовки петроглифа или орнамента мобильной пластики на исходный фотоснимок позволило бы совместить объективные данные с когнитивным представлением исследователя.

Стоит учесть, что на изучаемый объект могут быть нанесены петроглифы, которые датируются разными эпохами и/или выполнены в разных техниках. Поэтому целесообразно предоставить пользователю инструменты для изучения слоев прорисовок по отдельности или в разнообразных комбинациях, разных цветах и с различной степенью прозрачности. Также требуется устранять вандальные надписи и применять различные обработки фотографий (DStretch, наложение и удаление текстур). Для реализации такого инструментария предполагается создание модели данных, представляющей новый тип информационного ресурса — прорисовки петроглифов, объединенные с оригинальной фотографией. Публикация таких иллюстративных элементов в качестве интерактивных археологических изображений в интернете поможет обеспечить доступ научного сообщества и населения страны к историко-культурному наследию.

В докладе будут представлены результаты моделирования и разработки прототипа специализированной веб-галереи наскальных рисунков и археологических артефактов с инструментарием наложения прорисовок.

Научный руководитель — канд. техн. наук, доц. В. В. Казаков

УДК 004.77

Разработка программного обеспечения для блокировки сетевого трафика в образовательных учреждениях

С. Д. Цыплаков

Новосибирский государственный технический университет

В отличие от коммерческих компаний, в большинстве отечественных образовательных учреждений в настоящее время пропускная способность интернет-каналов не высока. В связи с этим нецелесообразное использование каналов передачи данных, например для общения или просмотра видео в социальных сетях, напрямую оказывает существенное негативное воздействие на образовательный процесс. Таким образом, разработка программного обеспечения для блокировки нецелевого сетевого трафика в образовательных учреждениях является актуальной и востребованной задачей.

Цель проведенного исследования — создание программного продукта, позволяющего контролировать использование интернет-соединения в типовой корпоративной сети учреждения образования вне зависимости от применяемой операционной системы и типов промежуточных устройств.

Для реализации указанной цели были выполнены задачи: по изучению предметной области; анализу программ-аналогов, применяемых в данной сфере; разработке алгоритма и проектированию программного продукта.

Разработанное программное обеспечение представляет собой веб-приложение, предназначенное для блокировки сетевого трафика в образовательных учреждениях. Данный программный продукт может использоваться автономно и подключаться к корпоративной сети образовательного учреждения в качестве встраиваемого модуля. Отличительной особенностью программы является возможность разделения прав доступа по ограничению контента для разных групп пользователей. Так, помимо системного администратора, преподаватель может дополнительно добавить или убрать ограничения на посещение обучающимися определенных ресурсов интернета, не выходя при этом за рамки требований, предусмотренных нормативно-правовыми документами по информационной безопасности и защите данных. Еще одной отличительной особенностью разработанного программного продукта, помимо защиты сети от различных видов и модификаций вредоносного программного кода, является наличие функции по динамической блокировке ресурсов интернета в соответствии с устанавливаемыми преподавателем ограничениями.

Научный руководитель — канд. техн. наук Е. Е. Истратова

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

УДК 004.91

Построение модели формализованной записи нормативных документов вуза

Е. А. Гаврилова

Новосибирский государственный университет экономики и управления

Рассматривая вопросы цифровой формализации права, авторы применяют различные подходы к формализации норм, при этом возможность такой формализации вызывает острые дискуссии в научной сфере [1]. Практика показывает наличие значительных трудностей у различных структур увязать вручную документы, содержащие большое количество правовых норм. Изменения в нормативные документы вносятся не своевременно и на момент принятия не отвечают имеющимся потребностям, что приводит к неполной управляемости соответствующих процессов. Обширность базы нормативно-правовой документации, ее постоянное увеличение и модернизация может приводить к появлению противоречий. Формализованная запись нормативных документов позволит решить проблемы, связанные с выявлением противоречий и контролем согласованности нормативных документов вуза.

При этом большая часть существующих способов записи нормативных документов в формальном виде не получила широкого применения на практике. Цель данной работы — разработка модели формализованной записи нормативных документов вуза на основе принципов деонтической логики. Для этого рассмотрены существующие подходы к формализации нормативных документов, определены требования к построению модели формализованной записи, разработана концептуальная модель формализованной записи нормативных документов вуза и модель данных.

Модель формализованной записи обеспечивает возможность описания внутренних нормативных документов вуза через набор формальных норм, которые представлены такими элементами, как объект регулирования, блок нормы (гипотеза, диспозиция, санкция, дефиниция), свойство, деонтический оператор, множество значений, а также связь с другими нормами. Это дает возможность цельного представления структуры правового регулирования вуза для установления противоречий между нормами и степени охвата объектов правового регулирования, что позволит вывести процесс разработки и применения нормативных документов в вузе на новую качественную ступень.

1. Бобров Л. К., Рыжков О. Ю. Формализованная запись нормативных документов для компьютерной обработки // Науч.-техн. информ. Сер. 2: Информ. процессы и системы. 2013. № 5. С. 7–14.

Научный руководитель — д-р техн. наук, проф. Л. К. Бобров

УДК 004.9

Концепция построения платформы студенческого менторства

А. О. Гоман

Новосибирский государственный университет
экономики и управления

Рынок труда наполняется амбициозными новичками, у которых есть оригинальные идеи, однако нет необходимых знаний, навыков и связей для их реализации. Студенты нуждаются в опытных профессионалах, называемых менторами (наставниками), готовых помочь в процессе создания научного проекта, подготовки к трудоустройству, а также способных оказать поддержку в период социализации. Однако найти ментора для студента является сложной задачей. В связи с этим возникает потребность в платформе, предоставляющей сервисы по поиску подходящего эксперта и взаимодействию с ним по интересующей теме. Актуальность исследования определяется недостаточным освещением в научной литературе подходов к построению платформы менторства.

Цель данной работы — разработка концепции построения платформы студенческого менторства.

В процессе исследования были решены следующие задачи: проанализированы существующие сервисы для поиска ментора в высших учебных заведениях, изучены бизнес-процессы менторства, разработана модель экосистемы платформы студенческого менторства [1], построена структура платформы менторства в высших учебных заведениях в виде концептуальной схемы, проанализированы подходы к построению платформы студенческого менторства.

В основе предполагаемой концепции лежит модель экосистемы студенческого менторства, позволяющая определить транзакции участников экосистемы, поддерживаемые платформой, потоки обмена ценностями между ними, а также спроектировать архитектуру платформы.

Реализация платформы дает возможность решить проблемы поиска менторов и осуществления коммуникации между ментором и менти. В результате студенты получают опыт участия в разработке проектов и написания научных работ, разовьют необходимые компетенции.

Предложенная автором концепция проходит апробацию в высшем учебном заведении.

1. Pashkov P., Pelykh V. A Conceptual Framework of Developing Ecosystem Strategies for Digital Financial Services // Ceur Workshop Proc. 2021. Vol. 2919. P. 48–58.

Научный руководитель — канд. экон. наук, доц. П. М. Пашков

УДК 004

Разработка системы прогнозирования экономики страны на основе межотраслевой динамической оптимизационной модели

А. Е. Григорьев

Новосибирский государственный университет

С начала 80-х гг. прошлого века первая версия системы комплексного анализа межотраслевой информации (КАМИН) начала применяться в Институте экономики и организации промышленного производства СО РАН для проведения аналитических исследований, построения прогнозов, а также стала использоваться в учебном процессе на ЭФ НГУ [1]. Система КАМИН продолжает применяться сотрудниками ИЭОПП СО РАН и экономического факультета для тех же целей и сейчас. При этом давно назрела необходимость модификации системы с помощью более современных программных решений.

Основная цель данной работы — создание модификации существующей системы КАМИН, используя более современные программные средства.

Задачи исследования:

- составить требования к системе на основе существующей реализации системы КАМИН, но с учетом современных подходов разработки программного обеспечения;
- настроить считывание информационной базы модели;
- на основе данных информационной базы создать возможность строить балансовую модель, модель локальной оптимизации и прогнозы макроэкономических показателей на их основе;
- реализовать пользовательский интерфейс для более удобного использования программы (для редактирования данных, построения прогнозов, сохранения результатов).

Используемые методы, инструментарий и язык программирования: в основе системы лежит трехфакторная оптимизационная межотраслевая динамическая модель экономики страны. Основной язык программирования — Python 3.

1. Баранов А. О., Павлов В. Н. Построение и использование в анализе и прогнозировании динамических межотраслевых моделей: учеб. пособие / Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2013. 166 с.

Научный руководитель — канд. экон. наук, доц. А. В. Костин

УДК 004.92

Методика продвижения банковских продуктов на основе подхода геймификации

С.А. Губанова

Новосибирский государственный университет
экономики и управления

Геймификация как использование игровых механик в неигровом контексте, инструмент для разработки моделей поведения, развития навыков и внедрения инноваций — один из самых популярных на сегодня в маркетинге способов продвижения продуктов и услуг на рынке, который в сочетании с другими технологиями и тенденциями может привести к значительным прорывам в инновациях, управлении человеческими ресурсами, образовании, личностном развитии и вовлечении клиентов. В условиях цифровой экономики цифровизация предоставляет широкие возможности для проникновения геймификации в банковские отрасли, а также делает ее еще более полезным и привлекательным инструментом в продвижении маркетинга банковских продуктов. Одним из ключевых шагов цифровизации является определение цифровой стратегии и построение цифровой бизнес-модели. При этом необходимо учитывать всю сложность и особенность процесса геймификации в маркетинге банка, поэтому стандартная методика построения бизнес-модели не подойдет для банковской отрасли. Геймификация не так давно начала набирать популярность в маркетинге коммерческих банков, многие вопросы пока не проработаны, и в связи с этим возникает актуальная задача построения цифровой бизнес-модели и методики геймификации банковских продуктов. Также на основе анализа научных источников можно сделать вывод, что данная тема проработана недостаточно.

Цель данной работы — описание методики построения цифровой бизнес-модели для геймификации маркетинга банков.

В результате данного исследования были решены следующие задачи: определены концепция и принципы геймификации к банковским продуктам, выявлены особенности геймификации и ее специфика, проанализированы основные подходы к построению цифровых моделей, построена цифровая бизнес-модель геймификации в банковской отрасли, определены маркетинговые потребности, проанализированы потребности к сценарию проекта.

Предлагаемая методика в будущем позволит учитывать при проектировании и применении геймификации в маркетинге банковские продукты, а также создавать новые виды их геймификации.

Научный руководитель — канд. техн. наук, доц. А.Л. Осипов

Разработка лояльной системы бронирования заказов для сети медицинских клиник

Д. А. Камбалин

Новосибирский государственный университет

Существуют системы бронирования, предоставляющие различные элементы программы лояльности. Как правило, они являются экономически невыгодными по отношению как к поставщикам услуг, так и к клиентам. Схемы расчета учитывают ценовой фактор и сервисное обслуживание. Ценовой фактор обусловлен снижением цены поставщика на свои услуги для предоставления скидки агрегатором, что не выгодно поставщику. Сервисное обслуживание — расширение перечня услуг поставщика на ту же ценовую категорию, что снижает рентабельность бизнеса. Иначе приходится повышать цены на свои услуги для участия в многоуровневой программе лояльности с прогрессивной системой скидок, но это приводит к удорожанию на первичных фазах работы с агрегаторами, что не выгодно клиентам. Следующая проблема заключается в дороговизне разработки и инфраструктурного обслуживания шлюзов оплаты, систем по наполнению контентом, в дальнейшем эти траты на разработку частично перекладываются в структуру маржинальности агрегатора, что в конечном итоге увеличивает средний чек клиента. Поставщики услуг вынуждены работать с такими агрегаторами исключительно как с дополнительным источником лидогенерации. Применение более гибкой схемы расчета для лояльной системы бронирования помогло бы увеличить итоговые продажи.

Цель данной работы — разработка лояльной системы бронирования заказов для сети медицинских клиник.

В результате выполнения задач по достижению выше поставленной цели был проведен сравнительный анализ существующих систем лояльного бронирования, выявлены минусы этих решений. Сформулированы требования к разрабатываемой системе на основе выявленных минусов рассмотренных решений. В качестве решения были выбраны следующие программные средства и инструменты: cms Wordpress, плагин Fondy для Wordpress, который предоставляет шлюз оплаты, AWS EC2, Next.js. Разработана посадочная страница, подразумевающая динамическое изменение темы, для проведения дальнейшего маркетингового исследования.

В дальнейшем планируется разработать схему расчета для лояльного бронирования, реализовать ее в виде плагина для Wordpress, а также провести маркетинговое исследование для выявления наиболее привлекательной версии сайта для конечных пользователей системы.

Научный руководитель — канд. экон. наук, доц. Н. А. Исаева

УДК 004.9

Построение модели зрелости управления релизами для IT-предприятий на основе методологии DevOps

С. А. Карапетян

Новосибирский государственный университет
экономики и управления

С ростом цифровых технологий возрастает спрос на программное обеспечение, отвечающее новым задачам, отсюда и возникает потребность в управлении релизами, которое позволит эффективно и безопасно вносить изменения. Методологии DevOps гарантирует, что только адекватно протестированные услуги и компоненты будут выпущены в производственную среду, которую использует компания.

Для управления релизами в компании необходимо построить модель зрелости с применением методологии DevOps, с помощью которой ожидается повышение скорости и согласованности жизненного цикла поставки программного кода.

Уровень 0 — общих элементов нет, продукт впервые разрабатывается и выходит в релиз, моделируется база данных ИС. На данном уровне происходит управление релизами баз данных, а не программного кода, а также указываются четкие критерии успеха.

Уровень 1 — общий набор справочных данных создается отдельными системами, на этом уровне проходит процесс отправки разработанного кода. Менеджеры релизов на данном уровне постоянно работают над сокращением времени простоя и воздействия на клиентов. Используются практическое тестирование, активный мониторинг и мгновенное совместное оповещение для выявления проблем во время выпуска релиза.

Уровень 2 — формируется правильно спроектированная промежуточная среда, это уменьшит воздействие на пользователей и поможет командам DevOps убедиться, что выпуски быстро соответствуют показателям приемки и оптимизации конвейера CI/CD, а также разрабатывается неизменный программный код.

Уровень 3 — используется наша масштабируемая модель, управляемая событиями, из предыдущего уровня и добавляется ограничение: события, которые применяются для синхронизации данных и программного кода между релизными контурами и системой.

Модель зрелости управления релизами на основе методологии DevOps используется как инструмент для эффективного выбора процесса управления релизами в зависимости от уровня, на котором находится создаваемый продукт.

Научный руководитель — канд. экон. наук, доц. Я. Н. Князева

Программирование прогнозно-аналитической статистической когнитивной модели

М. А. Овсянникова

Новосибирский государственный университет

В рамках изучения состояния российской экономики и прогнозирования ее развития проводится множество исследований. Основой служат прогнозно-аналитические статистические модели. Среди них можно выделить когнитивную модель, которая отражает взаимосвязь различных показателей экономики и на ее основе позволяет моделировать изменения.

Программируемая в данной работе когнитивная модель обрабатывает данные по регионам, отраслям, экономическим показателям и инвестиционным проектам России. Исследователь задает воздействия на систему, сценарии экономического роста (например, финансовые вливания в определенные отрасли), так называемые импульсы. На основе полученной информации о структуре экономики и введенных исследователем импульсов выполняется моделирование реакции системы на импульсы. Модель выстраивает цепочки взаимодействующих частей системы (их развитие во времени и пространстве) и рассчитывает, как повлияют введенные изменения на систему, т. е. рассчитываются долгосрочные эффекты от изменений.

Цель данной работы — программирование прогнозно-аналитической статистической когнитивной модели для работы с банком данных и моделирования сценариев развития российской экономики.

В ходе работы был реализован следующий набор функций.

1. Извлечение из банка данных и формирование выборки для исследования. При работе с моделью пользователь задает необходимые для исследования данные: социально-экономические показатели (отраслевые, региональные и демографические); сведения по компаниям, инвестиционным проектам, котировкам; таможенные данные и пр.
2. Проведение анализа данных, построение граф взаимосвязей.
3. Формирование сценария и организация импульсного процесса.
4. Обработка и отображение результатов моделирования в виде набора графиков и таблиц.
5. Разработка интерфейса модельного комплекса.

Практической ценностью данной работы является автоматизация вычисления прогнозно-аналитической статистической когнитивной модели и наглядное представление полученных результатов.

На данный момент реализована статическая модель, в дальнейшем планируется реализация динамической версии модели в рамках работы по гранту ИЭОПП СО РАН.

Научный руководитель — канд. экон. наук, доц. А. В. Костин

УДК 004.9

**Архитектура информационной системы сбора данных
для принятия маркетинговых решений
на основе технологии компьютерного зрения**

А. П. Пашков

Новосибирский государственный университет
экономики и управления

Технологии компьютерного зрения могут не только использоваться в процессах производства, но и найти широкое применение в сферах розничной торговли и общественного питания.

Самыми распространенными способами сбора статистической информации в маркетинговых исследованиях являются прямое взаимодействие персонала с клиентами, анкетирование и электронные формы обратной связи. Использование данных методов подразумевает наличие у клиента желания участвовать в опросе. В розничной торговле и предприятиях общественного питания подобный формат обратной связи часто подразумевает вознаграждение клиента различными преференциями лояльности, однако покрываемый процент аудитории предприятия не является достаточным для генерации эффективных маркетинговых решений. Внедрение решений на базе компьютерного зрения может дополнить или заменить существующие способы взаимодействия с клиентами, такие как бумажное анкетирование, а также позволит собирать и агрегировать точные метрические показатели по посещаемости, среднему времени пребывания, появлению постоянных клиентов, возрасту посетителей.

Анализ литературных источников показывает, что на текущий момент отсутствуют модели информационных систем, позволяющих внедрить технологию компьютерного зрения для генерации маркетинговых решений B2C-сегмента. Цель исследования — разработка архитектуры информационной системы с применением компьютерного зрения для генерации маркетинговых решений и методики ее внедрения в существующие бизнес-процессы. Процесс исследования включает: анализ роли маркетинговых исследований в розничной торговле, построение архитектуры информационной системы сбора данных для принятия маркетинговых решений на основе технологии компьютерного зрения, описание методики ее реализации.

В результате исследования построена модель архитектуры информационной системы сбора данных для принятия маркетинговых решений на основе технологии компьютерного зрения. Результаты исследования апробируются на предприятии розничной торговли.

Научный руководитель — д-р техн. наук, проф. Ю. А. Щеглов

Концепция методики выявления неявных знаний при сборе требований в IT-проектах

П. И. Пирогов

Новосибирский государственный университет
экономики и управления

В процессе сбора требований к программному обеспечению возникает постоянная проблема с извлечением знаний: не все знания, которыми владеет эксперт, легко становятся явными [1]. При этом без «молчаливого» знания качество функциональных требований ниже, что имеет последствия для разработки программного обеспечения. Анализ научных публикаций показывает, что в существующих подходах к управлению знаниями в области разработки требований преобладают методы на основе социальной коммуникации. Однако это является проблемой в разработке требований, поскольку культурное, временное, географическое и социально-экономическое разнообразие заинтересованных сторон оказывается препятствиями, которые необходимо преодолеть. В итоге некоторые методы, такие как интервью, анкеты, примеры использования и истории пользователей, склонны вызывать неоднозначные или неправильные требования. Недостатком существующих подходов к разработке требований является то, что не существует общей, четко установленной структуры для выявления неявных знаний.

Цель исследования — разработка концепции методики выявления неявных знаний при сборе требований в IT-проектах. Процесс исследования включает: обзор метода имплицитного моделирования Роберта Дилтса, анализ возможности использования данного метода для выявления «молчаливых» знаний в процессе сбора требований к программному обеспечению, выбор способов и инструментов для расширения и адаптации метода, описание концепции методики выявления молчаливых знаний в процессе сбора требований.

В основе предложенной концепции лежит построение методики выявления неявных знаний при сборе требований, основывающейся на идее, что для передачи неявного знания требуется неосознанное копирование. Методика ориентирована на внимательное наблюдение и повторение действий пользователей. Данный подход проходит апробацию на предприятии отрасли энергетики, в процессе реализации IT-проекта.

1. Pashkov P., Soloviev V. Research of the phenomenon of implicit knowledge, its structuring and management in the digital economy based on trust // Econ. Social Dev.: Book Proc. 2020. С. 15–25.

Научный руководитель — канд. экон. наук, доц. П. М. Пашков

УДК 004.9

Модель требований к архитектуре цифровой платформы популяризации научных исследований

Л. А. Янковенко

Новосибирский государственный университет
экономики и управления

Во время глобальных вызовов, цифровой трансформации и изменения пользовательского поведения важное значение приобретают новые форматы популяризации научных знаний на основе сложных цифровых продуктов, реализуемых путем взаимодействия участников цифровой экосистемы [1]. Анализ научных публикаций показывает, что эффективный системный подход к вовлечению общества в популяризацию научных знаний востребован в цифровом пространстве и предполагает создание концепции архитектуры цифровой платформы. При ее разработке необходимо определить ключевые функции, инфраструктуру, инструменты, правила. Недостатки существующих подходов к популяризации научных знаний: использование форматов доцифровой эпохи, которые во многом не учитывают потребности участников цифровой научной экосистемы, о чем свидетельствует их невысокая вовлеченность в процесс популяризации, а также раздробленность потоков; отрывочность, фрагментарность информации для новых форматов, что не всегда позволяет обеспечить контроль качества информации.

Цель исследования — разработка модели требований к архитектуре цифровой платформы популяризации научных исследований, решающей проблему несистемности и низкой эффективности процессов популяризации научных знаний. Методика исследования включает: анализ имеющихся форматов и подходов популяризации научных знаний, оценка существующих научных платформ, их архитектуры. В основе предложенной модели требований лежит формулировка общих принципов построения архитектуры цифровой платформы популяризации научных знаний. Требования к такой архитектуре определяются на этапе разработки и учитывают экономические и социальные ценности для участников цифрового продукта.

Предложенный подход проходит апробацию на предприятии, основным видом деятельности которого является популяризация научных знаний.

1. Pashkov P., Pelykh V. A Conceptual Framework of Developing Ecosystem Strategies for Digital Financial Services // CEUR Workshop Proc. 2021. P. 48–58.

Научный руководитель — канд. экон. наук, доц. П. М. Пашков

ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

УДК 004.8

Дополненная внимательная GNN для извлечения связей

Ван Цюаньюань

Новосибирский государственный университет

Большинство существующих моделей извлечения связей можно разделить на два класса: основанные 1) на последовательностях и 2) зависимостях. Модели на основе последовательностей оперируют только последовательностями слов, в то время как модели на основе зависимостей включают деревья зависимостей. По сравнению с моделями на основе последовательностей модели на основе зависимостей способны улавливать нелокальные синтаксические связи, которые не видны только по поверхностной форме.

В статье [1] представлена конволюционная сеть AGGCN, которая является прямой моделью, принимающей на вход полные деревья зависимостей. Она хорошо использует структурную информацию полных деревьев зависимостей и автоматически учится выборочно фокусироваться на соответствующих подструктурах, которые полезны для задачи извлечения связей.

При распространении графовых нейронных сетей использование матрицы внимания исключительно для замены матрицы смежности дерева зависимостей может постепенно отклониться от исходной синтаксической структуры. Поэтому в механизм внимания были внесены некоторые изменения с помощью синтаксических деревьев зависимостей. Кроме того, графовая нейронная сеть GNN объединена с представлением модели BERT, чтобы полностью использовать преимущества обеих методик.

1. Zhijiang, Guo; Yan, Zhang; Wei, Lu. Attention Guided Graph Convolutional Networks for Relation Extraction // Proc. of ACL. 2019.

Научный руководитель — д-р техн. наук, доц. В.Б. Барахнин

УДК 004.4'2

Разработка алгоритма преобразования EDTL-спецификаций в требования на естественном языке

А. В. Гнездилова

Институт автоматизации и электротехники СО РАН, Новосибирск
Новосибирский государственный университет

В разработке управляющего программного обеспечения существенную часть составляет формулировка требований, так как однозначно сформулированные условия реализации служат повышению надежности и безопасности разрабатываемой системы, а также в дальнейшем помогают в процессе верификации продукта.

Для упрощения процесса формирования требований к управляющим системам в [1] была предложена EDTL-нотация, которая в силу своей событийно-темпоральной основы близка к естественному способу рассуждений. Несмотря на эту близость, представляет интерес автоматический перевод EDTL-требований в утверждения на естественном языке, что облегчает взаимодействия в команде разработчиков требований.

Цель работы — разработка алгоритма преобразования табличного и формульного представлений EDTL-спецификаций свойств систем управления в представление на естественном языке. В результате анализа особенностей спецификации свойств систем управления на языке EDTL базовым элементам EDTL-нотации были сопоставлены конструкции естественного языка. В настоящее время определяются методы трансляции и корректности работы алгоритма.

Перевод EDTL-требований на естественный язык повышает эффективность общения между различными участниками процесса разработки индустриальных систем: заказчиками, инженерами по требованиям, инженерами-разработчиками и инженерами по методам верификации.

1. Zyubin V. et al. Event-Driven Temporal Logic Pattern for Control Software Requirements Specification // Int. Conf. Fundamentals Software Eng. Springer, Cham, 2021. С. 92–107.

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук Н. О. Гаранина

Интеллектуальная обработка данных ускоренным методом в логике предикатов

А. А. Гущина

Вятский государственный университет

Прикладной искусственный интеллект — это одно из наиболее известных направлений развития информационных технологий. На сегодняшний день все более актуальными становятся задачи проектирования интеллектуальных систем, предполагающих обработку не традиционной числовой информации, а знаний — сложных структур символьных данных. С помощью систем искусственного интеллекта могут быть решены задачи, которые ранее не были доступны для решения на ЭВМ.

Одним из основных классов интеллектуальных систем являются экспертные системы, которые формируют для пользователя ответ с возможностью проследить цепочку заключений, полученных в процессе решения этой задачи. Для этого в них используются экспертные знания человека, представленные в одной из известных моделей знаний. Математическая логика, в отличие от других форм, позволяет эффективно описывать знания и управлять ими на уровне масштабных задач. Процесс получения из входных посылок новых знаний осуществляется с использованием процедуры логического вывода.

В ходе исследований автором была реализована программная интеллектуальная система, реализующая ускоренный дедуктивный логический вывод «делением дизъюнктов». Она состоит из следующих компонентов: модуль интерфейса пользователя, осуществляющий ввод и редактирование исходных данных; модуль управления, позволяющий конфигурировать вычислительные ресурсы системы и настраивать систему на решение определенных задач; модуль вывода, реализующий параллельный логический вывод методом «деления дизъюнктов»; модуль визуализации результатов.

Проведенные эксперименты с использованием известных тестовых задач позволяют утверждать, что все модули системы работают корректно. Кроме того, за счет параллелизма, присущего ускоренному методу, а также двунаправленности вывода метод деления дизъюнктов превосходит по быстродействию метод SLD-резолюции, заложенный в основу языка Пролог. Представление результатов вывода в виде фрагмента дерева поиска решений позволяет наглядно изобразить результат «размышлений» экспертной системы.

Научный руководитель — канд. техн. наук, доц. В. Ю. Мельцов

УДК 004.89

Реализация визуально-инерциального SLAM-модуля для проекта *Duckietown*

А. Д. Девятовская

Новосибирский государственный университет

На сегодняшний день активно развивается исследовательский проект под названием *Duckietown*. Это платформа, которая имитирует реальный город и используется для разработки и изучения алгоритмов управления автономными автомобилями. Тренажер отражает особенности индустриальных автопилотируемых систем с ограниченными ресурсами: роботы оснащены только камерами, а также имеют слабую вычислительную мощность. Разработчики используют ее для отладки и тестирования SLAM-алгоритмов для промышленных роботов и автопилотирования. Проект также решает задачи Индустрии 4.0.

Алгоритмы построения карты местности и одновременного позиционирования (*Simultaneous Localization And Mapping* — SLAM) используются для решения задач локализации объекта и построения карты окружающей территории в сфере мобильной робототехники. SLAM выполняет минимизацию ошибок определения позиции камеры и вычисление инверсной глубины ключевых точек. За счет этого выравнивается траектория движения робота (камеры) и обозреваемое пространство, на основе которого формируется карта мира.

Duckietown накладывает свои требования на применяемые алгоритмы и фреймворки. Большинство разработчиков создают фреймворки для машин, использующих большое количество сенсоров (LIDAR, одометрия) и камер. Однако оснащение каждой машины или робота множеством датчиков может быть дорогостоящим для предпринимателя. *Duckiebots* имитируют промышленные *low-cost* автопилотируемые системы с ограниченными ресурсами: роботы оснащаются только камерами и имеют слабую вычислительную мощность. Данные особенности симулятора и его роботов накладывают ограничение на использование большинства стандартных алгоритмов и фреймворков SLAM. В результате задача SLAM в проекте *Duckietown* до сих пор не решена.

Таким образом, цель данной работы — реализация визуально-инерциального SLAM-модуля для проекта *Duckietown*, использующего в качестве датасетов данные с энкодеров и камер роботов *Duckiebots*.

В ходе исследования был проведен анализ существующих алгоритмов и фреймворков, создана архитектура модуля и разработан SLAM-модуль с использованием ROS.

Научный руководитель — канд. техн. наук Т. В. Лях

УДК 004.8

**Автоматизация действий искусственного интеллекта –
разработка модуля, способного без участия пользователя
выполнять простые задачи, полученные на основе
распознанных пользовательских намерений**

А. О. Зибарев

Новосибирский государственный университет

Организации, взаимодействующие с людьми, имеют множество действий, которые могут быть выполнены в автоматическом режиме без участия клиента. Автоматизация действий особенно удобна для клиентов, которые впервые оказались в этой среде, так как это позволяет значительно сократить время, которое иначе надо будет тратить на изучение организации. При современном уровне развития компьютерных технологий автоматизация позволит за минимальный промежуток времени корректно выполнить необходимую пользователю задачу.

Например, для получения документа нам нужна справка из другой организации, для этого необходимо узнать номер регистратуры организации и записаться на определенное время. Система же сама предложит клиенту записаться на ближайшее время.

Цель работы — разработать модуль интеллектуального помощника, способный без участия пользователя выполнять простые задачи, полученные на основе распознанных пользовательских намерений, и генерировать обработчики, позволяющие автоматизировать новые задачи на основе уже существующих.

Поставлены следующие задачи: анализ литературы, составление возможных пользовательских сценариев, оценка существующих подобных систем, разработка алгоритма автоматического выполнения и генерации новых обработчиков.

1. Thomas Hofmann Learning with Taxonomies: Classifying Documents and Words // Department Comput. Sci. Brown University. 2004.
2. Natural Language Toolkit. URL: <https://www.nltk.org/>. Загл. с экрана.
3. Zahariev V., Shunkevich D., Nikiforov S. et al. The principles of building intelligent speech assistants based on open semantic technology // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем = Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS-2020): сб. науч. тр. Минск: БГУИР, 2020. Вып. 4. С. 197–206.

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук, доц. В. А. Чуркин

УДК 004.05

Разработка алгоритмов визуальной автоматической оценки качества прохождения трека в проекте *Robotarium*

В. Н. Картонис

Новосибирский государственный университет

Работа с беспилотными автомобилями, т. е. с мобильными устройствами, которые передвигаются в определенных условиях без участия человека и автоматически строят траекторию движения, требует исследования качества прохождения пути. Это важно как для программируемых устройств, потому что в этом случае оценивается качество написанной программы, так и в случае беспилотных автомобилей, в классическом их понимании, для их дальнейшего улучшения и интеграции в нашу действительность.

Для тестирования беспилотных устройств активно разрабатываются проекты по типу *Robotarium*, который предназначен для удаленного запуска некоторого массива роботов. Также для этих целей существует проект *Duckietown* — тренажер для разработки и исследования алгоритмов управления беспилотными роботами. Данная система предоставляет платформу не только для обучения студентов, но и для тестирования новых алгоритмов. *Duckietown* состоит из роботизированных устройств, полотна, имитирующего дорогу, и набора сторожевых башен с камерами. Камеры необходимы для отслеживания поведения роботов и построения траектории их движения. Недостатком системы является отсутствие автоматической оценки качества пройденной траектории.

Цель данной работы — разработать систему визуальной автоматической оценки качества прохождения трека беспилотными устройствами.

В ходе работы был развернут стенд *Duckietown* с системой *Robotarium* и разработан алгоритм автоматической оценки прохождения пути беспилотными устройствами. Основой данного алгоритма является анализ набора снимков, полученных с камер, составление модели траектории движения бота и оценка ее на предмет безопасности движения и плавности.

В дальнейшем планируется добавить в алгоритм оценку прохождения с учетом внешних условий, таких как соблюдение правил дорожного движения, а также оценка эффективности прохождения пути.

Научный руководитель — канд. техн. наук Т. В. Лях

УДК 004.93

Автоматическая калибровка автопилотируемого робота в процессе движения

А. А. Кравченко

Новосибирский государственный университет

В настоящее время в области автономных роботов существует исследовательский проект *Duckietown*, в который входят роботы, карта города, дорожная разметка, дорожные знаки и камеры для мониторинга. Данный проект служит платформой для разработки алгоритмов для беспилотных роботов и проведения соответствующих экспериментов. Качество работы алгоритмов и результаты экспериментов требуют анализа, но одной только визуальной оценки и ее точности недостаточно.

Проект *Robotarium* предлагает свой подход к оценке точности: разместить рядом с областью движения роботов башни достаточной высоты и закрепить на них камеры, далее получать с камер изображение и производить оценки на их основе.

Поскольку на данный момент в *Duckietown* не реализовано никакой системы автоматической оценки качества движения роботов, цель работы — спроектировать и сконструировать в рамках проекта *Duckietown* работоспособную систему из нескольких камер мониторинга, опираясь на достижения проекта *Robotarium*, отладить ее работу и затем использовать изображения для калибровки движения роботов.

В результате работы были произведены поиски и изучение информации по поставленной теме, изучены основные подходы к мониторингу поведения роботов. Осуществлены первые шаги к постройке прототипа.

Научный руководитель — канд. техн. наук Т. В. Лях

УДК 004.91

Разработка методов поиска многословных терминов на основе семантико-синтаксических правил

М. С. Лапина

Новосибирский государственный университет

Популяризация образования, прогресс науки, а также рост квалифицированных специалистов немало связаны с ростом объема текстовых данных на различных носителях (научные журналы, общедоступные статьи в интернете, книги и учебники). Разработка методов поиска терминов становится все более необходимой для автоматизации упорядочивания огромного количества информации различных предметных областей.

В отличие от большинства лексических единиц, термины обозначают точно определенные понятия, предметы, явления; в идеале это однозначные, лишенные синонимов слова, чаще словокомплексы (СК).

Цель данной работы — разработка методов поиска многословных терминов на основе семантико-синтаксических правил.

Для достижения цели были выполнены следующие задачи.

1. Разработана модель представления СК, с помощью которой эксперт описывает конкретный вид искомым терминов. Модель представляет собой множество вложенных моделей меньшей длины, а также отдельные слова. Связи между внутренними элементами модели многословного термина образуются за счет задаваемых морфологических и семантических параметров. Для сокращения количества вводимых параметров предусмотрена возможность выделения главного и зависимых слов/моделей.

2. Разработан алгоритм поиска СК на основе заданной модели. Помимо составленной модели на вход алгоритму подается корпус текстов и текущий словарь с семантически размеченными словами. В качестве морфоанализатора используется система Клан.

Таким образом, разработан подход к извлечению многословных терминов с помощью семантико-синтаксических правил, задаваемых экспертом, и осуществлена его программная реализация.

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук Е. А. Сидорова

Разработка системы биометрической идентификации

Т. Г. Нестерова

Новосибирский государственный университет

Сегодня существует потребность в системах биометрической идентификации сотрудников со стороны малого и среднего бизнеса, однако готовые решения не удовлетворяют эту потребность из-за их высокой стоимости для таких компаний. Разработка собственных систем идентификации также является для них слишком дорогостоящей. Таким образом, существует потребность в достаточно простой для конечного пользователя системе идентификации, учитывающей возможности современных IT-инструментов.

В качестве одного из решений данной проблемы предлагается разрабатываемая система биометрической идентификации. Для ее реализации был произведен сравнительный анализ методов биометрической идентификации, технологий и подходов, доступных датасетов, используемых для реализации подобных систем, предложена архитектура разрабатываемой системы.

Для реализации был выбран метод идентификации по геометрии лица как наиболее простой и комфортный для распознаваемых субъектов и не требующий специфичного оборудования. Реализация будет производиться на языке Python с применением библиотек OpenCV и OpenFace.

Готовая система должна обладать точностью распознавания не ниже 90 % при данных о не более 3000 сотрудниках в базе, не тратить много времени на распознавание одного изображения (не более нескольких секунд), быть достаточно устойчивой к атакам и учитывать возможные изменения внешности распознаваемых, а также быть расширяемой. Кроме того, система должна позволять получать простые отчеты, например о времени, проведенном на рабочем месте, редактировать базу сотрудников без необходимости остановки системы.

В качестве основных модулей выделены модуль распознавания лиц, модуль идентификации лиц, модуль базы данных и взаимодействия с ней и модуль пользовательского интерфейса. Ядро системы составляют модули распознавания и идентификации лиц.

В дальнейшем будет проведена реализация компонентов системы, их интеграция и оптимизация. В качестве основных направлений дальнейшего развития системы можно выделить расширение функциональных возможностей системы и последующую оптимизацию используемых методов.

Научный руководитель — канд. экон. наук, доц. Н. А. Исаева

УДК 004.8

Семантическое моделирование аниматно-многоагентных систем

А. Ю. Редько

Федеральный исследовательский центр
информационных и вычислительных технологий, Новосибирск
Новосибирский государственный университет

В настоящее время все больше внимания уделяется созданию автономных агентов для решения практических задач. Интересным и перспективным является подход, предполагающий, что поведение агентов должно следовать принципам, на которых основано поведение живых организмов. Подобные агенты были названы аниматами.

Для решения этой проблемы в Институте математики СО РАН был разработан и реализован алгоритм семантического вероятностного вывода в задаче 2-мерного анимата.

Однако еще не был разработан и протестирован алгоритм семантического вероятностного вывода в задаче 2-мерного анимата, который позволял бы моделировать взаимодействие в многоагентных системах.

Цель данной работы — реализация аниматно-многоагентной системы, иллюстрирующей взаимодействие множества аниматов при решении ими некоторой конкретной задачи.

В ходе работы были выполнены следующие задачи: анализ предметной области, изучение подходов к реализации систем управления аниматами, формулировка требований к разрабатываемой программе и набору инструментальных средств, реализация спроектированных программных компонентов.

В результате работы на текущий момент была реализована аниматно-многоагентная система, иллюстрирующая взаимодействие множества аниматов, в роли которых выступают условные «мыши» и «коты» (при решении ими некоторой конкретной задачи «поедания сыра»). В дальнейшем планируется произвести сравнение производительности этого решения данной задачи с производительностью решения, основанного на нейронных сетях и RL.

Научный руководитель — д-р физ.-мат. наук, проф. Д. И. Свириденко

УДК 004.912

Разработка чат-ботов для поддержки поиска по контенту веб-сайта

В. Д. Рублев

Новосибирский государственный университет

Стремительное развитие информационных технологий, в частности интернета, породило большое количество электронной информации. Благодаря тому, что из большого количества информации необходимо находить только ту, в которой заинтересован пользователь, в настоящее время развиваются информационные чат-боты, которые позволяют найти необходимую информацию, находясь в привычном интерфейсе мессенджера.

В работе рассматривается подход к созданию интеллектуальных помощников в виде чат-ботов, поддерживающих информационный поиск на основе предварительной жанровой и тематической кластеризации контента веб-сайтов. Решаются задачи поиска необходимой информации и обеспечения информационной поддержки пользователя в виде организации обратной связи и извлечения намерений пользователя для улучшения качества поиска. Для поиска используются жанровые модели, разрабатываемые для определенного типа сайта (образовательный, информационный и т. п.), на основе которых осуществляется жанровая сегментация, позволяющая структурировать контент конкретного сайта. Над множеством жанровых сегментов производится тематическая кластеризация, за счет чего удается добиться более точного определения границ тематических кластеров, относящихся к теме поискового запроса пользователя.

С целью повышения качества информационной поддержки пользователя создана модель его поисковых намерений, которая позволяет распознать сущность запроса посредством анализа сообщений. Для обеспечения обратной связи с пользователем разработаны простые сценарии, позволяющий не просто уточнить запрос, но и получить информацию о том, что именно не устроило пользователя в поисковой выдаче. Благодаря его цикличности удается добиться итеративного улучшения качества поиска.

Разработанная система хорошо масштабируется: в частности, созданные ресурсы применимы для произвольных образовательных сайтов, а для того чтобы настроить систему на другие типы сайтов, достаточно написать новую жанровую модель и проиндексировать заданные сайты нового типа (для этого в системе разработан независимый модуль индексации).

Для апробации подхода в качестве интерфейса выбран мессенджер Telegram. Логика чат-бота контролируется при помощи HTTPS-запросов к Telegram Bot API. Проведено экспериментальное исследование, которое показало, что разработанный подход позволяет улучшить качество поиска.

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук Е. А. Сидорова

УДК 81'322

Выявление аргументативных предложений в текстах научной и научно-популярной тематики

П. М. Чагина

Новосибирский государственный университет

Задачи автоматического извлечения и анализа аргументации стали особенно актуальны в последнее время в связи с появлением новых площадок для проведения дебатов в интернете. Автоматизация извлечения аргументации из текстов может предоставить более быстрый и доступный способ поиска информации, касающейся определенного высказывания, наглядно демонстрирующей его обоснованность и достоверность или несостоятельность.

Цель данной работы — апробация одного из методов автоматического поиска аргументов в текстах на основе нейросетевого подхода в корпусе научных и научно-популярных текстов на русском языке.

Каждое предложение в тексте можно рассматривать как последовательность слов, наличие и порядок использования которых может указывать на существование аргумента. Исходя из этого утверждения, для определения наличия аргумента в предложении была выбрана рекуррентная нейронная сеть долгой краткосрочной памяти (RNN-LSTM), решающая задачу классификации предложений по признаку наличия или отсутствия аргумента.

Перед началом работы нейронной сети происходит дополнительная обработка входных данных: предложения преобразуются в наборы токенов, нормальных форм слов, что позволяет объединить вхождение одного и того же слова в различных грамматических формах. После этого происходит построение векторного представления полученных последовательностей токенов и его обработка при помощи нейросети, содержащей два слоя двунаправленных LSTM-модулей, слой нейронов с функцией активации $\tanh(x)$ и слой с логистической функцией активации.

Для нейросети были использованы тренировочный датасет из 637 предложений и тестовый датасет из 273 предложений из корпуса научных и научно-популярных текстов. Для каждого предложения вручную определено наличие в нем аргумента.

Результаты работы нейронной сети: Accuracy = 0,6123; Precision = 0,6179; Recall = 0,5796; F-measure = 0,5982 для класса наличия аргумента; Precision = 0,6074; Recall = 0,6447; F-measure = 0,6255 для класса отсутствия аргумента. Достигнутый результат сопоставим с результатами в работах по выявлению аргументов в текстах на русском языке, но в целом хуже, чем при применении аналогичного подхода для текстов на английском языке. В дальнейшем планируется перейти от бинарной классификации предложений к классификации по типу аргумента.

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук Е. А. Сидорова

Разработка методов построения семантико-синтаксических моделей

Ю. А. Череватенко

Новосибирский государственный университет

Связный последовательный текст формируется благодаря синтаксическим и семантическим правилам, которые образуют связи между словами в тексте.

Для описания связи слов в предложениях можно использовать *семантико-синтаксические модели* (ССМ). Они определяют правила для предикатной лексемы, которые указывают на грамматические признаки связанных слов, т. е. показывают, как предикат может быть связан с другими словами и какие формы они принимают. Таким образом, модель ограничивает сочетаемость семантических и морфологических признаков предикатов и связанных с ними лексем.

Семантико-синтаксические модели состоят из *актантов* — единиц, которые несут в себе некоторую лексему. Они и являются связанными с предикатной лексемой словами. Актанты содержат в себе определенные *семантические и морфологические признаки*, которые показывают, к какой смысловой группе может принадлежать слово и в какую форму его стоит поставить.

Цель данной работы — разработка методов построения семантико-синтаксических моделей и применения для автоматической обработки текста.

Для достижения цели были выполнены следующие задачи.

1. Разработка формата представления моделей семантико-синтаксических согласований. ССМ описываются в компактном ТХТ-формате на языке, удобном для чтения как человеку, так и машине.

2. Создан алгоритм поиска в тексте заданных ССМ. На вход алгоритму дается текст и список ССМ, далее происходит поиск групп слов, удовлетворяющих этим моделям, и формируется результат.

3. Создана среда для исследования, которая обеспечивает построение списков всех контекстов заданной модели для дальнейшего анализа всех случаев использования предиката и его модели в текстах определенной тематики.

Таким образом, разработан подход к построению семантико-синтаксических моделей и осуществлена его программная реализация.

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук Е. А. Сидорова

УДК 81'322.2

Использование теоретико-информационного метода классификации для анализа качества перевода художественных текстов

А. И. Щеголева

Новосибирский государственный университет

Литературоведы при анализе переводов делают выводы о том, насколько исследуемая работа близка к оригинальному произведению. Но также существует другая точка зрения, изложенная К. И. Чуковским в работе «Высокое искусство»: «Перевод — это автопортрет переводчика». Таким образом, существует задача определения «качества перевода», которая привлекает большое внимание читателей, критиков, текстологов и литературоведов, а значит, существует потребность в количественной оценке вкладов переводчиков в переведенные произведения.

Цель данной работы — построить количественную оценку степени сохранения переводчиком оригинального стиля автора. Для достижения этого был адаптирован теоретико-информационный метод [1], предложенный для атрибуции литературных текстов, а также были проанализированы тексты различных переводчиков и созданы обучающие выборки.

С помощью выбранного метода, который не использовался ранее для анализа переводов, были рассмотрены переводы литературных произведений с английского языка на русский и получены статистически обоснованные результаты относительно сохранения различными переводчиками стилей авторов оригинальных произведений. Также реализованное решение можно использовать для анализа переводов с других языков.

В результате исследования было показано, что различные переводчики в разной степени сохраняют стили авторов оригинальных произведений, например М. А. Энгельгардт и И. И. Ясинский в большей степени, чем некоторые другие переводчики.

1. Ryabko B., Savina N. Using Data Compression to Build a Method for Statistically Verified Attribution of Literary Texts // Entropy. 2021. Vol. 23. P. 1302. URL: <https://doi.org/10.3390/e23101302> (дата обращения: 03.10.2021).

Научный руководитель — д-р техн. наук, проф. Б. Я. Рябко



ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НЕФТЕГАЗОВОЙ ИНДУСТРИИ

Председатель секции — д-р физ.-мат. наук, проф. *С. В. Головин*

Ответственный секретарь секции — *А. В. Мироносицкий*

Экспертный совет секции

Д. А. Медных

канд. физ.-мат. наук *А. А. Дучков*

канд. физ.-мат. наук *А. Н. Байкин*

канд. геол.-минерал. наук *М. В. Соловьев*

канд. техн. наук *С. А. Алямкин*

А. Г. Петрик

Б. Н. Тучинов

канд. физ.-мат. наук *С. В. Яскевич*

В. В. Неверов

DIGITAL TECHNOLOGIES OF THE OIL AND GAS INDUSTRY

Section head — Dr. Phys.-Math. Sci., Prof. *S. V. Golovin*

Responsible secretary — *A. V. Mironositskiy*

Section scientific committee

D. A. Mednykh

Cand. Phys.-Math. Sci. *A. A. Duchkov*

Cand. Phys.-Math. Sci. *A. N. Baykin*

Cand. Geol.-Mineral. Sci. *M. V. Solovyov*

Cand. Techn. Sci. *S. A. Alyamkin*

A. G. Petrik

B. N. Tuchinov

Cand. Phys.-Math. Sci. *S. V. Yaskevich*

V. V. Neverov

Модель динамики роста магматической дайки

Р. Ф. Абдуллин, Е. В. Льготина

Новосибирский государственный университет

Образование даек (трещин) является одним из основных способов подъема магмы в земной коре из магматических камер (очагов). Внедрение даек может приводить к образованию интрузивных тел из застывшей магмы на небольшой глубине и вулканическим извержениям, если магма достигает поверхности. Динамика подъема магмы зависит от многих факторов, таких как состав магмы, ее водонасыщенность и температура, мощность и глубина залегания очага магмы, свойства окружающих пород, их плотность и напряженное состояние.

В данной работе представлена математическая модель для оценки скорости подъема и физических параметров дайки, основанная на решении сопряженной задачи о динамике трещины и транспорта магмы. Дайка представляется плоской вертикальной трещиной, рост которой вызывается давлением магмы, поднимающейся под действием сил плавучести. Ламинарное течение сжимаемой магмы внутри дайки описывается многофазной моделью, в которой плотность и вязкость магмы зависят от давления, температуры, водонасыщенности и состава расплава.

Для моделирования роста трещины на основании уравнений линейной теории упругости используется метод разрывных смещений. Отслеживание фронта дайки осуществляется концевыми элементами на основе асимптотического решения для кончика трещины (ILSA [1]). Уравнение транспорта магмы решается методом конечных объемов.

Результаты численного моделирования показывают, что при уменьшении водонасыщенности магмы с 15 до 4 % время подъема дайки возрастает с нескольких часов до нескольких месяцев. Данный эффект связан с существенным увеличением вязкости магмы. Подобным образом на динамику дайки влияет и снижение температуры, что приводит к росту доли кристаллизованных компонент магмы.

1. Dontsov E. V., Peirce A. P. A multiscale Implicit Level Set Algorithm (ILSA) to model hydraulic fracture propagation incorporating combined viscous, toughness, and leak-off asymptotics // В: Comput. Methods Appl. Mech. Eng. 2017. Vol. 313.

Научный руководитель — д-р физ.-мат. наук, проф. С. В. Головин

УДК 550.3

Решение обратной динамической задачи сейсмологии на основе глубокого обучения

Д. С. Братчиков

Новосибирский государственный университет

Для оптимальной разработки месторождений углеводородов необходим быстрый и эффективный сейсмический мониторинг, обеспечивающий получение информации о совместном движении нефти и вытесняющего ее агента. За последнее время метод обращения полного волнового поля (FWI — *Full Waveform Inversion*) стал одним из самых достоверных и высокоразрешенных способов построения глубинной скоростной модели Земли. Однако из-за высокой стоимости обработки такой подход практически не применяется в сейсмическом мониторинге, так как в процессе разработки месторождения приходится многократно решать обратную динамическую задачу. В первую очередь колоссальные вычислительные ресурсы требуются для того, чтобы решать уравнения линейной динамической теории упругости для расчета синтетических волновых полей в процессе решения обратной задачи на каждой итерации нелинейного метода наименьших квадратов.

В данной работе предлагается оригинальный подход к решению обратной динамической задачи сейсмологии для скалярного волнового уравнения с привлечением элементов машинного обучения. Метод основан на обучении глубокой сверточной нейронной сети (CNN — *Convolutional Neural Network*) архитектуры типа U-Net [1] для аппроксимации нелинейного оператора, задающего связь между рассчитанными волновыми сейсмограммами и скоростной моделью среды (оператор обратной задачи). Для обучения CNN используется синтетическая обучающая выборка 2D-данных: скоростные модели и соответствующие им синтетические сейсмические данные, рассчитанные на основе конечно-разностного решения волнового уравнения. Основным преимуществом такого подхода является экономия вычислительных ресурсов на дорогостоящих процессах обработки сейсмических данных на каждой стадии вытеснения углеводородов. В предложенном способе такие затраты производятся на самых первых этапах для создания репрезентативной выборки и обучения нейронной сети. На всех последующих этапах обработка заменяется использованием обученной нейронной сети, которая по изменчивости сейсмических данных на разных этапах разработки месторождения будет предсказывать изменения петрофизической модели резервуара. Серия численных экспериментов на тестовом материале демонстрирует возможность применения предложенного подхода к решению обратной динамической задачи сейсмологии в процессе сейсмического мониторинга месторождения.

1. Ronneberger O., Fischer P., Brox T. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation // Lecture Notes Comput. Sci. 2015. 9351.

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук К. Г. Гадыльшин

**Расчет объемов поглощения технологических составов глушения
в условиях трещинно-поровых коллекторов
на основе физико-математического моделирования
и статистического анализа**

С. Р. Кармушин

Новосибирский государственный университет

Предложена модель фильтрации неньютоновской жидкости в призабойной зоне с целью повышения эффективности операций глушения скважин в сложных геологических и технологических условиях. В ходе работы было проведено моделирование потока жидкости Гершеля — Балкли в пористой среде и трещине, а также выполнен статистический анализ промысловых данных по глушению для сравнения с результатами, полученными по модели.

Физико-математическая модель, используемая в работе, построена на основе уравнения неразрывности потока и закона сохранения импульса. В результате была выведена зависимость объема закачиваемой жидкости глушения от репрессии, создаваемой на пласт в ходе операции глушения. На основе построенной модели получены ключевые параметры, позволяющие оценить достаточный объем технологического состава, необходимый для успешного глушения скважины. Также произведен отбор промысловых данных и проведен статистический анализ на основе полученных параметров. Выявленные механизмы, происходящие в прискважинной зоне совместно с результатами лабораторных исследований блокирующих составов и ретроспективным анализом, показали хорошую сходимость результатов, полученных на основе предложенной методологии, с промысловыми данными.

Таким образом, предложенная аналитическая модель с простым критерием оценки объемов глушения позволяет прогнозировать параметры для каждой операции глушения. Данная методология может быть масштабирована на другие месторождения для условий поровых и трещинно-поровых коллекторов. Результаты работы опубликованы в [1].

1. Кармушин С. Р., Лежнев К. Э., Гумеров Р. Р. и др. Расчет объемов поглощения технологических составов глушения в условиях трещинно-поровых коллекторов на основе физико-математического моделирования и статистического анализа // Нефтяное хозяйство. 2021. Вып. 1178.

Научный руководитель — д-р физ.-мат. наук, проф. С. В. Головин

УДК 550.8

Создание нейронной сети для подавления случайного шума и волн-помех на сейсмограммах

Р. С. Кушнарев, Н. Е. Матус, М. В. Моисеев

Новосибирский государственный университет

Метод отраженных волн — основной сейсморазведочный метод, используемый в нефтегазовой отрасли. Важным этапом обработки является подавление случайных шумов и волн-помех. Работа направлена на исследование перспектив использования нейронных сетей для подавления шумов в сейсмических данных. Преимуществом такого подхода может быть высокая скорость обработки больших массивов данных и универсальность подхода.

Для обучения нейронной сети был создан набор синтетических сейсмических данных. Сейсмограммы без шума получены с использованием сверточной модели сейсмограммы: для разных горизонтально-слоистых моделей проводился расчет коэффициентов отражения и времени прихода волн, потом проводится свертка с импульсом источника. Далее к этим сейсмограммам добавлялись случайный шум и волны-помехи.

Так как в сейсмической обработке для шумоподавления часто используют различные варианты фильтрации, то естественным выбором для решения такой задачи является сверточная нейронная сеть. Обучение нейронной сети проводилось на синтетических сейсмограммах ОГТ, соответствующих различным геологическим моделям. Все сейсмограммы различались по количеству и амплитуде отраженных волн, уровню шума, импульсу источника и частоте поверхностной волны. В ходе тестов по обучению нейронной сети были определены оптимальные параметры нейронной сети: количество и типы слоев, функция потерь, функция активации и т. д. Нейронная сеть обучалась на наборе из 1000 сейсмограмм, тестировалась на независимом наборе из 250 сейсмограмм. Также была проведена апробация на реальных данных.

Тестирование показало, что разработанная нейронная сеть позволяет проводить подавление шумов и волн-помех до низких значений отношения сигнал/помеха — в районе 1.1.

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук А. А. Дучков

УДК 532.546

Гомогенизация уравнений Навье – Стокса – Кана – Хиллиарда: случай сильной смесимости

К. В. Трусов

Новосибирский государственный университет

Для увеличения извлекаемости нефти иногда применяют закачку газов, смешивающихся с нефтью. Кроме того, тематика закачки газов в пористую среду очень важна из-за проблемы захоронения CO_2 . В связи с этим в настоящее время активно ведутся исследования по математическому моделированию течений в извилистых каналах в рамках уравнений Навье – Стокса – Кана – Хиллиарда на основе цифровой обработки ядра и с применением суперкомпьютеров. В данной работе рассматривается вопрос построения двухмасштабной модели фильтрации двухкомпонентной смеси путем гомогенизации уравнений Навье – Стокса – Кана – Хиллиарда. Преимущество такого подхода состоит в том, что компьютерные вычисления на основе двухмасштабной модели фильтрации требуют гораздо меньше вычислительных ресурсов.

В работе установлено, что в случае сильной смесимости компонентов алгоритм двухмасштабной гомогенизации приводит к макроуравнениям, которые в совокупности представляют собой обобщение закона фильтрации Дарси. При этом вычисление тензора фильтрации основано на решении микроуравнений. Закон фильтрации является нелинейным, поскольку скорость фильтрации не пропорциональна градиенту давления.

С помощью метода конечных элементов в рамках пакета FreeFem++ разработан алгоритм вычисления тензора проницаемости. Установлено, что такой тензор в большинстве случаев является анизотропным в силу отсутствия симметрии распределения твердой фазы в реальных ядрах.

Численное решение макроуравнений в одномерных течениях показало, что смешивание компонентов может происходить даже в отсутствие перепада давления.

Научный руководитель — д-р физ.-мат. наук, проф. В. В. Шелухин

УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ

Абдуллин Р. Ф.	209	Губанова С. А.	185	Кокунина Н. В.	11
Абраменко А. А.	17	Губарев В. В.	8	Колесник Т. О.	104
Абуов Б.	18	Гудов А. М.	23	Колочкин Д. П.	128
Азаубаев В. С.	135	Гуртуева О. А.	98	Кондакова Д. А.	89
Атутова Н. Д.	16	Гусев И. А.	99	Кононов А. К.	150
Афанасьев В. Е.	80	Гущина А. А.	194	Константинов А. С.	68
Афанасьев С. Т.	177	Дайырбаева Э. Н.	9	Конюхов Г. Ф.	120
Ашихмин И. А.	136	Двинянин А. А.	28	Королев В. С.	112, 116
Бабурина К. Э.	137	Дворецкая В. К.	67	Котельникова А. А.	151
Баранов И. Н.	119	Девятковская А. Д.	195	Котенко Д. В.	152
Бахарев А. О.	7, 16	Джаркинов Р. Б.	120	Кочанов М. А.	105
Башев В. И.	57	Дмитриев В. Р.	29	Кошкарев А. М.	39
Белов А. Р.	16	Добров Э. Р.	100	Кравченко А. А.	198
Белоглазов Д. А.	127	Доманицкая В. В.	31	Крутиков А. К.	106
Большим М. А.	95	Доможакова Д. А.	143	Кудинов А. Ю.	121
Бондарчук В. В.	19	Дробышевский И. А.	144	Кузнецов Ю. А.	69
Борзиков А. В.	96	Дроздов Н. Д.	145	Куталев А. В.	129
Бородин А. М.	20	Дюганов Н. С.	33	Кушнарев Р. С.	212
Ботвинко В. В.	178	Жигалов Д. А.	146	Ланчуковская К. С.	107
Бояршинова А. С.	58	Зайков Д. А.	84	Лапина М. С.	199
Братчиков Д. С.	210	Зайцев А. О.	147	Лаханский А. А.	78
Будаева И. А.	81	Заякина А. М.	68	Лебедев Р. К.	12
Быкова Г. П.	82	Зеленских М. О.	101	Литвиненко Д. Е.	108
Ваганова А. И.	138	Зибарев А. О.	196	Лиханов А. А.	61
Валитов А. А.	139	Злыгостев А. И.	34	Ложников В. П.	109
Валькова А. С.	21	Зобнин Г. Ю.	120	Лукьянова А. К.	40
Ван Цюаньюань.	192	Зозуля А. А.	35	Льготина Е. В.	209
Ванданов С. А.	77	Зыкова А. А.	148	Ляшук Я. В.	153
Ваулин Д. Н.	83	Зюбина Д. А.	10	Малаева Е. Д.	154
Вершинин Д. А.	140	Иванишкин Д. С.	36	Мангараков А. Д.	110
Войтов Д. А.	22	Исаков И. В.	102	Мартюшев А. А.	41
Воробьев Н. А.	23	Ищенко А. Д.	85	Масыч М. А.	43
Гавриленко А. В.	141	Каба У.	23	Матеюк И. А.	13
Гаврилова Е. А.	182	Казак И. А.	86	Матус Н. Е.	212
Галиева А. Г.	142	Казачок Ю. А.	149	Мезенцева А. А.	91
Гаськов Д. А.	59	Камбалин Д. А.	186	Мелешко К. Н.	70
Герасимов С. Д.	97	Карапетян С. А.	187	Мигранов Д. И.	79
Герасимов Ф. П.	60	Карасева П. В.	87	Миронов В. С.	155
Гетманова А. Н.	25	Кармушин С. Р.	211	Михайлапов Д. И.	111
Гнездилова А. В.	193	Картонис В. Н.	197	Мичуров М. А.	122
Гоман А. О.	183	Керного Д. Г.	37	Моисеев М. В.	212
Горнев И. А.	26	Кобелева А. А.	88	Мокроусов А. С.	14
Гривцова А. Л.	27	Козлова А. В.	38	Молочев И. А.	44
Григорьев А. Е.	184	Козьяков А. П.	103	Моргунов Г. И.	179

Морозов И. Н.	92	Радеев Н. А.	162	Харченко А. Д.	65
Мохов А. М.	71	Райш А. В.	132	Хлиманкова Г. К.	166
Мустафин Д. Э.	123	Редько А. Ю.	201	Хорошавин А. К.	167
Мясоедов С. В.	45	Родченко А. С.	74	Худяков Д. А.	168
Наврузшоев Д. А.	156	Рублев В. Д.	202	Цыплаков С. Д.	181
Найденов С. М.	130	Рудометов А. С.	133	Чагина П. М.	203
Налепова Е. Д.	46	Рыбина М. Е.	163	Череватенко Ю. А.	204
Насибулин А. А.	47	Санжиев В. А.	69	Черненко И. М.	66
Немна В. А.	68	Сараева Е. А.	113	Черновский С. Т.	169
Немцев И. С.	157	Сафенрейтер Д. А.	50	Чернявцева С. И.	170
Нестерова Т. Г.	200	Секрет В. П.	164	Чмиль А. В.	126
Никифоров В. С.	15	Сергеев А. И.	23	Шабалина Д. Е.	171
Николаева Т. М.	158	Сидоров А. В.	114	Шадрунов А. С.	68
Николаев С. А.	112, 116	Соколова О. Ю.	180	Шаров А. А.	112, 116
Новохацкий А. П.	63	Соловецкая Л. В.	71	Шашок Н. А.	93
Овсянникова М. А.	188	Соловецкий А. С.	71	Шестакова Е. А.	172
Олейник А. О.	159	Софронова Д. А.	51	Шишкин А. А.	173
Омельяненко Н. О.	48	Стряпков К. Н.	52	Шмыгарева Д. А.	75
Ооржак А. Ч.	72	Тимофеев В. С.	53	Шумаев А. А.	117
Павлов С. В.	49	Тлеубаев С. Ж.	54	Щеголева А. И.	205
Пакулич М. В.	105	Толстов М. А.	55	Щербакова П. Н.	174
Парфенов Д. Р.	16	Третьяков Г. Н.	125	Щербин А. С.	118
Паршукова С. В.	160	Трофимова Е. А.	165	Щипцов Р. О.	37
Пашков А. П.	189	Трусов К. В.	213	Яacobсон А. А.	175
Пермяшкин Д. А.	131	Ульянова М. М.	115	Яковлева Е. Я.	176
Пирогов П. И.	190	Ушаев А. Д.	56	Яковлев А. Р.	94
Погребникова М. Н.	124	Фархутдинов Д. Д.	64	Янковенко Л. А.	191
Подкур Т. М.	161	Федяева И. А.	134	Ярушин М. В.	58

СОДЕРЖАНИЕ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Защита информации и кибербезопасность

Бахарев А. О. Оценки сложности реализации гибридной квантовой атаки на постквантовые криптосистемы, основанные на решетках.....	7
Губарев В. В. Концептуальная модель автоматизированной информационной системы допуска к государственной тайне.....	8
Дайырбаева Э. Н. Использование RS-анализа в стеганографии.....	9
Зюбина Д. А. S-блоки от малого числа переменных, устойчивые к различным видам атак	10
Кокунина Н. В. Исследование проблемы безопасности контейнеров на примере gVisor. Возможности реализации алгоритмов gVisor в Linux.....	11
Лебедев Р. К. Применение переключения режимов исполнения процессорной архитектуры x86 для затруднения анализа программного кода	12
Матеюк И. А. Разработка обфускатора исходного кода языков C и C++ с использованием компилятора Clang	13
Мокроусов А. С. Вычисление разностных характеристик и их максимумов для ARX-схем	14
Никифоров В. С. Разработка инструмента для сокрытия информации в исполняемом коде	15
Парфенов Д. Р., Бахарев А. О., Белов А. Р., Атутова Н. Д. Разработка алгоритма поиска гарантированного числа активаций в криптографических XS-схемах и его использование в задачах построения шифров	16

Инструментальные и прикладные программные системы

Абраменко А. А. Разработка модуля визуализации структуры программ для WebIDE языка roST.....	17
Абуов Б. Имитационная модель функционирования большемасштабных вычислительных систем для расчета показателей надежности.....	18
Бондарчук В. В. Разработка методов администрирования для Web-IDE RIDE 2.0	19
Бородин А. М. Перспективы развертки Kubernetes кластера на Alt Linux.....	20
Валькова А. С. Разработка модуля автоматической сверки накладных по поставкам для факторинговой платформы на базе технологии блокчейн.....	21
Войтов Д. А. Исследование волновой структуры кардиореспираторного взаимодействия в процессе биоуправления с использованием алгоритма фазовой синхронизации.....	22

Воробьев Н. А., Гудов А. М., У. Каба, Сергеев А. И. Реинжиниринг мобильного приложения организации удобного доступа к услугам для людей с ОВЗ.....	23
Гетманова А. Н. Разработка транслятора EDTL-требований в формулы логики линейного времени LTL.....	25
Горнев И. А. Анализ безопасности облачной среды разработки RIDE для процесс-ориентированного языка Reflex	26
Гривцова А. Л. Автоматическая генерация верифицирующего кода для динамической верификации процесс-ориентированных Reflex-программ ...	27
Двинянин А. А. Методы динамической отладки процесс-ориентированных алгоритмов для объектов промышленного интернета вещей	28
Дмитриев В. Р. Разработка методов генерации и оптимизации решения нелинейных алгебраических систем для задачи удовлетворения геометрических ограничений в САПР	29
Доманицкая В. В. Практическая организация системы технической поддержки предприятия	31
Дюганов Н. С. Исследование SLAM-алгоритмов и фреймворков для построения карт и локализации в проекте <i>Duckietown</i>	33
Злыгостев А. И. Исследование зависимости уровней согласованности и доступности в распределенных базах данных.....	34
Зозуля А. А. Рефакторинг IDE процесс-ориентированного языка IndustrialC	35
Иванишкин Д. С. Интеграция систем управления предприятием и технологическим процессом.....	36
Керного Д. Г., Щипцов Р. О. Исследование времени старта контейнеризированных приложений, написанных на языке Java, запускаемых на Kubernetes в различных конфигурациях	37
Козлова А. В. Интегрированная среда разработки для EDTL-требований.....	38
Кошкарев А. М. Внедрение системы сбора данных и автоматизации для визуализации экспериментальных данных в реальном времени на установке БНЗТ	39
Лукьянова А. К. Разработка веб-интерфейса удаленного управления роботом в проекте <i>Duckietown</i>	40
Мартюшев А. А. Разработка модуля геометрической декомпозиции для задачи удовлетворения геометрических ограничений в САПР	41
Масыч М. А. Разработка программного инструмента для решения задачи подавления растительности на мультиспектральных изображениях.....	43
Молочев И. А. Средство выделения семантических изменений в текстах программ на языке Kotlin.....	44
Мясоедов С. В. Проектирование и разработка нового паттерна управления распределенными транзакциями в микросервисной архитектуре	45
Налепова Е. Д. Разработка сервиса для выполнения интерпретированных функциями на языке Python операций вычислительных моделей	46
Насибулин А. А. Программа автоматизированной установки и настройки ОС Linux “linux_install”	47

Омельяненко Н. О. Сравнение микросервисов, разработанных на базе Java-фреймворков Spring и Quarkus, на предмет потребления ресурсов	48
Павлов С. В. Разработка программного инструмента для устранения дефектов на мультиспектральных изображениях	49
Сафенрейтер Д. А. Разработка сервиса аттестации сотрудников IT-компаний.....	50
Софронова Д. А. Вычисление показателей согласованности для интеграции информационных систем с интернет-магазинами.....	51
Стряпков К. Н. Кодирование дискретных сообщений в сетях пятого поколения мобильной связи.....	52
Тимофеев В. С. Разработка сервиса тестирования с повышенным быстродействием и прогнозируемостью.....	53
Тлеубаев С. Ж. Контроль психических обострений с помощью мобильного приложения.....	54
Толстов М. А. Имитационное моделирование гидропривода вращательного действия	55
Ушаев А. Д. Программная система хранения и обработки данных метода электротомографии для построения четырехмерной модели среды.....	56

Информационно-управляющие системы, интернет вещей

Башев В. И. Разработка механизма библиотек для языка роST	57
Бояршинова А. С., Ярушин М. В. Синтез органов управления на базе микромеханических инерциальных датчиков для роботов-манипуляторов специального назначения	58
Гаськов Д. А. Разработка модуля развертывания Reflex-программ для платформы STM32	59
Герасимов Ф. П. Управление траекторным движением квадрокоптера при транспортировке полезной нагрузки на подвесе	60
Лиханов А. А. Разработка архитектуры инструментальной системы для создания интерфейса АСУ ТП	61
Новохацкий А. П. Создание имитационной модели шагающей крепи.....	63
Фархутдинов Д. Д. Разработка серверного модуля IoT-платформы на основе событийно-ориентированного подхода	64
Харченко А. Д. Исследование методов итеративной разработки процесс-ориентированных программ в среде CODESYS	65
Черненко И. М. Разработка тестового набора управляющих программ на языке роST.....	66

Информационные технологии обучения

Дворецкая В. К. Анализ данных, полученных через систему обратной связи с выпускниками факультета	67
--	----

Заякина А. М., Константинов А. С., Немна В. А., Шадрунов А. С. О разработке системы чат-ботов для использования в учебном процессе МИЭМ НИУ ВШЭ	68
Кузнецов Ю. А., Санжиев В. А. Система автоматического тестирования SQL-запросов.....	69
Мелешко К. Н. Разработка системы обучения функциональному программированию	70
Мохов А. М., Соловецкий А. С., Соловецкая Л. В. Информационная система для выполнения лабораторных работ студентами ГГФ НГУ.....	71
Ооржак А. Ч. Возможности дистанционного обучения и разработка дистанционного курса «Информатика» для учащихся с ограниченными возможностями здоровья	72
Родченко А. С. Исследование подходов к разработке виртуальных лабораторных стендов в среде CODESYS	74
Шмыгарева Д. А. Особенности визуального представления содержания онлайн-курса.....	75

Компьютерная графика, мультимедиа технологии и системы виртуальной реальности

Ванданов С. А. Разработка алгоритма выделения актера на произвольном фоне для проведения интернет-трансляций	77
Лаханский А. А. Разработка виртуального минералогического музея на основе среды Unity	78
Мигранов Д. И. Библиотека для визуализации трехмерных неевклидовых пространств постоянной кривизны	79

Научное программное обеспечение

Афанасьев В. Е. Алгоритмы нумерации подмножеств q -го n -куба	80
Будаева И. А. Разработка программного обеспечения для обработки изображений следов выстрела и создания паспорта мишени	81
Быкова Г. П. Программный модуль быстрого определения расстояния до границы пласта в горизонтальном окончании скважины по данным высокочастотного электромагнитного каротажа в процессе бурения.....	82
Ваулин Д. Н. Разработка программного модуля автоматического реферирования текстов с применением метода настройки префикса.....	83
Зайков Д. А. Разработка алгоритма совмещения фотографий и изображений с лазерного дальномера.....	84
Ищенко А. Д. Разработка программной архитектуры для системы блокчейн-майнинга на квантовом компьютере	85
Казак И. А. Средства обработки данных рельефа для уточнения показателей геоинформационных систем на примере задачи построения гидрологически-корректной цифровой модели рельефа.....	86

Карасева П. В. Реализация алгоритма сборки генома с помощью графов де Брёйна с применением графовой СУБД.....	87
Кобелева А. А. Экспериментальное исследование эффективности адаптивного теста при проверке генераторов случайных чисел, используемых в криптографии	88
Кондакова Д. А. Алгоритмы построения совершенных раскрасок и матриц их параметров для обобщенного графа Петерсена.....	89
Мезенцева А. А. Методы и подходы к автоматическому связыванию сущностей на русском языке	91
Морозов И. Н. Разработка Web-IDE языка EDTL для спецификации требований к реактивным системам.....	92
Шашок Н. А. Разработка и реализация программного модуля построения конкордансов для системы комплексного анализа русских поэтических текстов.....	93
Яковлев А. Р. Программный модуль планирования системы наблюдения сложных трехмерных объектов методом электротомографии.....	94

Нейронные сети и машинное обучение

Большим М. А. Обзор семейства алгоритмов подбора признаков Relief	95
Борзиков А. В. Разработка программного обеспечения для совместного анализа психометрических и геномных данных средствами Big Data.....	96
Герасимов С. Д. Обучение нейронной сети для распознавания триггерного слова в голосовом потоке.....	97
Гуртуева О. А. Разработка методов определения эмоций пользователя на основе анализа текстовых и звуковых данных	98
Гусев И. А. Разработка алгоритма автоматического распознавания речи с помощью нейросетевых методов обучения на нулевой обучающей выборке	99
Добров Э. Р. Предлагаемые направления диагностики диабетической ретинопатии с использованием нейросетей	100
Зеленских М. О. Разработка нейронной сети для диагностики риска депрессии по данным парадигмы «стоп-сигнал»	101
Исаков И. В. Методы защиты машинного обучения от состязательных атак	102
Козьяков А. П. Применение сверточных нейросетей для выделения отражающих границ в сейсмических изображениях.....	103
Колесник Т. О. Поиск оптимальных 2D-моделей нейронной сети U-Net для решения задачи семантической сегментации томографических изображений гидратосодержащих образцов	104
Кочанов М. А., Пакулич М. В. Обобщение метода понижения размерности t-SNE ...	105
Крутиков А. К. Механизм формирования обучающей выборки с выделением прогнозоформирующих предикторов для каскада нейронных сетей	106
Ланчуковская К. С. Семантическая сегментация изображений в проекте <i>Duckietown</i> с использованием нейросетевых алгоритмов.....	107

Литвиненко Д. Е. Прогнозирование нагрузки на облачный сервер ансамблем нейронных сетей.....	108
Ложников В. П. Фильтрация научных публикаций на основе наличия функциональной связи между молекулярно-биологическими объектами, выявленной с использованием методов глубокого машинного обучения	109
Мангараков А. Д. Разработка биологически подобной топологии сверточной нейронной сети для выявления и анализа движения.....	110
Михайлапов Д. И. Применение методов сжатия к нейросетевой модели сегментации острого ишемического инсульта	111
Николаев С. А., Королев В. С., Шаров А. А. Алгоритм кластеризации и поиска изображений в базах данных.....	112
Сараева Е. А. Разработка сплайновой трехмерной сверточной нейронной сети.....	113
Сидоров А. В. Разработка нейронной сети прогнозирования параметров многофазного потока со скважины.....	114
Ульянова М. М. Характеризация однородного шара по картине светорассеяния с использованием нейронных сетей	115
Шаров А. А., Королев В. С., Николаев С. А. Нейросетевой анализ данных во временных рядах	116
Шумаев А. А. Решение задач комбинаторной оптимизации сетью Хопфилда с синапсами на основе мемристоров	117
Щербин А. С. Разработка требований для метода оценки алгоритмов поиска архитектур нейронных сетей.....	118

Параллельные вычисления

Баранов И. Н. Разработка библиотеки параллельного программирования с автоматизированной настройкой параметров.....	119
Зобнин Г. Ю., Джаркинов Р. Б., Конюхов Г. Ф. Распределенный алгоритм миграции Кирхгофа с аппроксимацией времен пробега нейронной сетью.....	120
Кудинов А. Ю. Разработка и реализация фреймворка для разложения матриц для распределенных ЭВМ	121
Мичуров М. А. Автоматизация обнаружения семантических ошибок во фрагментированных программах для системы LuNA	122
Мустафин Д. Э. Реализация централизованного подхода к динамической балансировке вычислительной нагрузки в системе LuNA.....	123
Погребникова М. Н. Разработка параллельных алгоритмов и программ для моделирования гетероэпитаксиального роста методом Монте-Карло.....	124
Третьяков Г. Н. Исследование свойств модели MapReduce в Hadoop в сравнении с библиотекой MPI	125
Чмиль А. В. Разработка подсистемы автоматизированного применения алгоритмов динамической балансировки нагрузки для системы LuNA	126

Программная архитектура и системное программирование

Белоглазов Д. А. Расширение ядра Web-IDE процесс-ориентированного языка roST	127
Колочкин Д. П. Измерение потребления памяти микросервисов, разработанных на Quarkus+GaalVM в кластере Kubernetes	128
Куталев А. В. Разработка планировщика для сред выполнения процесс-ориентированных языков программирования	129
Найденев С. М. Реализация инструмента для сбора журналов в кластерах контейнеров	130
Пермяшкин Д. А. Методики эмпирического исследования алгоритмов планирования и балансировки для процесс-ориентированных программ	131
Райш А. В. Разработка дизайна для литералов коллекций в языке Kotlin	132
Рудометов А. С. Исследование направлений оптимизации системных компонентов Kubernetes для уменьшения времени запуска пода	133
Федяева И. А. Метод отслеживания зависимостей для кэша вывода типов статического анализатора кода среды разработки PyCharm	134

Программная инженерия и инженерия знаний

Азаубаев В. С. Поиск ссылок и упоминаний между новостными сайтами с помощью алгоритмов обработки естественного языка и анализа исходного кода сайтов	135
Ашихмин И. А. Анализ желаний пользователя на основе его интересов с помощью нейронных сетей	136
Бабурина К. Э. Разработка мобильного приложения для платформы Android для управления заказной разработкой ПО	137
Ваганова А. И. Моделирование бизнес-процессов на основе sDSL	138
Валитов А. А. Базы данных прецедентов компьютерных атак: составление и анализ аналогов	139
Вершинин Д. А. Разработка сервиса для поиска фишинговых сайтов	140
Гавриленко А. В. Применения методов семантического анализа текста и методов машинного обучения для анализа тональности финансовых новостных сообщений	141
Галиева А. Г. Автоматизация создания смарт-контрактов при помощи моделей ситуаций	142
Доможакова Д. А. Разработка модели диалога с пользователем для создания интеллектуального голосового помощника	143
Дробышевский И. А. Разработка методов создания модели пользователя интеллектуального помощника	144
Дроздов Н. Д. Разработка дискриминатора генеративно-состязательной нейронной сети для задачи анализа логически связанных предложений на естественном языке	145

Жигалов Д. А. Разработка модуля автоматических платежей для факторинговой платформы на базе технологии блокчейн.....	146
Зайцев А. О. Разработка сервиса оценки психологической устойчивости кандидата	147
Зыкова А. А. Динамическая анкета и фильтр обценной лексики для программной системы «Абитуриент — Студент»	148
Казачок Ю. А. Разработка кросс-платформенного приложения с использованием технологии <i>Kotlin Multiplatform</i> для сервиса синдицированного кредитования на основе распределенного реестра	149
Кононов А. К. Разработка кросс-платформенного мобильного приложения для системы электронных медицинских карт с применением технологии <i>Kotlin Multiplatform</i>	150
Котельникова А. А. Разработка методологии работы с интендами	151
Котенко Д. В. Исследование алгоритмов распознавания дорожных знаков для применения в проекте <i>Duckietown</i>	152
Ляшук Я. В. Интеллектуальный помощник с использованием sDSL	153
Малаева Е. Д. Метод визуализации оценочных экспертных знаний.....	154
Мионов В. С. Разработка методов извлечения знаний из текстов естественного языка на основе системы Logic Text	155
Наврузшоев Д. А. Разработка серверной части системы электронных медицинских карт на основе блокчейн-платформы Quorum	156
Немцев И. С. Разработка семантической модели структуры организации.....	157
Николаева Т. М. Разработка мобильного приложения для платформы Android, способствующего формированию привычек здорового образа жизни.....	158
Олейник А. О. Разработка интеллектуального помощника секретаря кафедры	159
Паршукова С. В. Разработка методов распознавания эмоций пользователя на основе анализа видеопотока.....	160
Подкур Т. М. Модуль анализа и преобразования данных для рекомендательной системы дистанционного обучения.....	161
Радеев Н. А. Генетический алгоритм с мультикритериальной фитнес-функцией для автоматического конструирования числовых признаков	162
Рыбина М. Е. Разработка функции получения анализа состава продукта по его штрихкоду в мобильном приложении.....	163
Секрет В. П. Разработка смарт-контрактов для системы электронных медицинских карт на основе блокчейн-платформы Quorum	164
Трофимова Е. А. Теоретико-модельный подход к формализации потребностей пользователя	165
Хлиманкова Г. К. Разработка методов выражения эмоций для создания виртуальных помощников	166
Хорошавин А. К. Анализ поведения пользователей с использованием данных истории перемещений при составлении персональных рекомендаций мест.....	167

Худяков Д. А. Проектирование архитектуры модуля детектирования аномалий	168
Черновский С. Т. Разработка мобильного приложения для платформы iOS для публикации пользовательских рекомендаций о соусах с функционалом рекомендательной системы.....	169
Чернявцева С. И. Разработка семантических смарт-контрактов на основе технологии блокчейн.....	170
Шабалина Д. Е. Разработка методов предварительной обработки изображений для решения задачи семантической сегментации в проекте <i>Duckietown</i>	171
Шестакова Е. А. Разработка алгоритма рекомендаций по запросу пользователя для системы дистанционного обучения.....	172
Шишкин А. А. Разработка генератора логически связанных предложений на естественном языке для генеративно-состязательной нейронной сети.....	173
Щербакова П. Н. Семантические методы разработки смарт-контрактов	174
Якобсон А. А. Разработка методов ведения аргументативного диалога интеллектуального помощника с пользователем	175
Яковлева Е. Я. Имитационное моделирование привода механизма переключения стрелочного перевода	176

Сетевые технологии, технологии интернета и их приложения

Афанасьев С. Т. Анализ радиочастотного покрытия мобильных сетей с помощью устройств абонентов	177
Ботвинко В. В. Разработка сетевого акселератора для балансировки трафика в зависимости от контента	178
Моргунов Г. И. Изучение функционала QGIS Web Client 2 для публикации геоданных.....	179
Соколова О. Ю. Разработка специализированной веб-галереи наскальных рисунков и археологических артефактов	180
Цыплаков С. Д. Разработка программного обеспечения для блокировки сетевого трафика в образовательных учреждениях.....	181

Теория и практика цифровой экономики

Гаврилова Е. А. Построение модели формализованной записи нормативных документов вуза	182
Гоман А. О. Концепция построения платформы студенческого менторства.....	183
Григорьев А. Е. Разработка системы прогнозирования экономики страны на основе межотраслевой динамической оптимизационной модели.....	184
Губанова С. А. Методика продвижения банковских продуктов на основе подхода геймификации.....	185

Камбалин Д. А. Разработка лояльной системы бронирования заказов для сети медицинских клиник	186
Карапетян С. А. Построение модели зрелости управления релизами для IT-предприятий на основе методологии DevOps.....	187
Овсянникова М. А. Программирование прогнозно-аналитической статистической когнитивной модели	188
Пашков А. П. Архитектура информационной системы сбора данных для принятия маркетинговых решений на основе технологии компьютерного зрения	189
Пирогов П. И. Концепция методики выявления неявных знаний при сборе требований в IT-проектах	190
Янковенко Л. А. Модель требований к архитектуре цифровой платформы популяризации научных исследований	191

Технологии искусственного интеллекта

Ван Цюаньюань. Дополненная внимательная GNN для извлечения связей.....	192
Гнездилова А. В. Разработка алгоритма преобразования EDDL-спецификаций в требования на естественном языке.....	193
Гущина А. А. Интеллектуальная обработка данных ускоренным методом в логике предикатов	194
Девятковская А. Д. Реализация визуально-инерциального SLAM-модуля для проекта <i>Duckietown</i>	195
Зибарев А. О. Автоматизация действий искусственного интеллекта — разработка модуля, способного без участия пользователя выполнять простые задачи, полученные на основе распознанных пользовательских намерений.....	196
Картонис В. Н. Разработка алгоритмов визуальной автоматической оценки качества прохождения трека в проекте <i>Robotarium</i>	197
Кравченко А. А. Автоматическая калибровка автопилотируемого робота в процессе движения.....	198
Лапина М. С. Разработка методов поиска многословных терминов на основе семантико-синтаксических правил	199
Нестерова Т. Г. Разработка системы биометрической идентификации.....	200
Редько А. Ю. Семантическое моделирование аниматно-многоагентных систем	201
Рублев В. Д. Разработка чат-ботов для поддержки поиска по контенту веб-сайта	202
Чагина П. М. Выявление аргументативных предложений в текстах научной и научно-популярной тематики	203
Череватенко Ю. А. Разработка методов построения семантико-синтаксических моделей.....	204
Щеголева А. И. Использование теоретико-информационного метода классификации для анализа качества перевода художественных текстов.....	205

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НЕФТЕГАЗОВОЙ ИНДУСТРИИ

Абдуллин Р. Ф., Льготина Е. В. Модель динамики роста магматической дайки	209
Братчиков Д. С. Решение обратной динамической задачи сейсмоки на основе глубокого обучения.....	210
Кармушин С. Р. Расчет объемов поглощения технологических составов глушения в условиях трещинно-поровых коллекторов на основе физико-математического моделирования и статистического анализа.....	211
Кушнарев Р. С., Матус Н. Е., Моисеев М. В. Создание нейронной сети для подавления случайного шума и волн-помех на сейсмограммах.....	212
Трусов К. В. Гомогенизация уравнений Навье — Стокса — Кана — Хиллиарда: случай сильной смесимости.....	213
Указатель авторов.....	216

Научное издание

МНСК-2022

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
•
ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НЕФТЕГАЗОВОЙ ИНДУСТРИИ

Материалы
60-й Международной научной студенческой конференции

10–20 апреля 2022 г.

Корректор Д. И. Ковалёва
Верстка А. С. Терешкиной
Обложка Е. В. Неклюдовой

Подписано в печать 19.08.2022 г.
Формат 60 × 84/8. Уч.-изд. л. 28,5. Усл. печ. л. 26,5.

Тираж 43 экз. Заказ № 88.

Издательско-полиграфический центр НГУ
630090, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 2.

Секции

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
НЕФТЕГАЗОВОЙ ИНДУСТРИИ

ISBN 978-5-4437-1302-1



9 785443 713021

N* Новосибирский
государственный
университет
***НАСТОЯЩАЯ НАУКА**

