



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



СН



ЕС-ЛИЗИНГ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Пензенский государственный университет» (ПГУ)
Студенческое научное общество ПГУ
Закрытое акционерное общество «ЕС-лизинг»

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ (НИТиС-2023)

Сборник научных статей по материалам
XX Международной научно-технической конференции,
посвященной 80-летию юбилею
Пензенского государственного университета

г. Пенза, 16–17 ноября 2023 г.

NEW INFORMATION TECHNOLOGIES AND SYSTEMS

Proceedings of the Twentieth International Conference
of Science and Technology
dedicated to the 80th anniversary of Penza State University

Penza, Russia, November 16–17, 2023

Пенза
Издательство ПГУ
2023

УДК 004.4

H76

Новые информационные технологии и системы (НИТиС-2023): сб. науч. ст. по материалам XX Междунар. науч.-техн. конф., посвящ. 80-летнему юбилею Пенз. гос. ун-та (г. Пенза, 16–17 ноября 2023 г.). – Пенза : Изд-во ПГУ, 2023. – 258 с.

H76

ISBN 978-5-907752-69-6

Издание подготовлено на основе докладов, сделанных на XX Международной научно-технической конференции «Новые информационные технологии и системы» (НИТиС-2023). Публикации охватывают широкий спектр вопросов в области систем и технологий искусственного интеллекта, высокопроизводительных систем. Представлены современные технологии хранения, передачи и обработки данных, информационные технологии в образовании. Обсуждаются особенности применения информационных технологий в экономике, медицине и управлении социальными системами, а также проектирования информационных систем.

Предназначено для инженеров и научных работников, а также обучающихся старших курсов и аспирантов, интересующихся вопросами современных информационных технологий.

УДК 004.4

Редакционная коллегия:

В. И. Волчихин, А. М. Бершадский, И. П. Бурукина

Мероприятие проведено в рамках реализации грантов в форме субсидий из федерального бюджета образовательным организациям высшего образования на реализацию мероприятий, направленных на поддержку студенческих научных сообществ (соглашение № 075-15-2023-546 от 15.06.2023)

Приказ

о подготовке и проведении XX Международной научно-технической конференции «Новые информационные технологии и системы» (НИТиС-2023), посвященной 80-летнему юбилею Пензенского государственного университета, № 1024/о от 10.10.2023

ISBN 978-5-907752-69-6

© Пензенский государственный университет, 2023

УДК 378

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦИФРОВОГО ПОРТФОЛИО ОБУЧАЮЩЕГОСЯ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ

А. А. Грушевский¹, М. В. Деев², А. Г. Финогеев³

^{1,2,3}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹sgrushevskii@mail.ru

Аннотация. Описываются способы формирования цифрового портфолио обучающихся в интеллектуальной образовательной среде. Предлагаются абстрактная модель компонентов цифрового портфолио и источники их формирования. Выявлены четыре основные стороны (роли) в интеллектуальной образовательной среде, заинтересованные в использовании цифрового портфолио.

Ключевые слова: модель, цифровизация, образовательная среда, цифровой след, траектория развития

Финансирование: результаты исследований получены при финансовой поддержке Российского научного фонда (РНФ) и Пензенской области (проект № 22-21-20100).

MODELING A STUDENT'S DIGITAL PORTFOLIO IN AN INTELLIGENT EDUCATIONAL ENVIRONMENT

A. A. Grushevsky¹, M.V. Deev², A. G. Finogeev³

^{1,2,3}Penza State University, Penza, Russia

¹sgrushevskii@mail.ru

Abstract. The article describes ways to form a digital portfolio of students in an intelligent educational environment. An abstract model of the components of a digital portfolio and the sources of their formation are proposed. 4 main parties (roles) in the intellectual educational environment interested in using a digital portfolio have been identified.

Keywords: model, digitalization, educational environment, digital footprint, development trajectory

Funding: the research results were obtained with the financial support of the Russian Science Foundation (RSF) and the Penza Region (project No. 22-21-20100).

Цифровизация в настоящее время играет весомую роль в большинстве сфер человеческой деятельности. Не проходят информационные технологии и мимо области образования. Нацеленность на цифровизацию сферы образования поддержи-

вается и на уровне государства. Примерами здесь служат: национальный проект «Образование» [1], федеральный проект «Цифровая образовательная среда» [2] и ряд других программ. Серьезным поводом для наращивания темпов развития образования в сторону цифровизации послужила в том числе и пандемия. Введения карантинных мер сильно повысило значимость информационных технологий в образовательном процессе. Электронная информационная образовательная среда учебного заведения и без этого в последнее время стала неотъемлемой частью современного учебного процесса.

Повсеместное использование современных компьютерных технологий в области образования дает большое количество возможностей для прогрессивного его развития. Грамотный анализ и обработка информации об обучении студента может помочь преподавателю выстраивать правильные траектории его развития. Также это может способствовать его дальнейшему трудоустройству.

Уже на этапе подачи заявлений на поступление абитуриентов, учебные заведения собирают полезные данные о них. К таким данным можно отнести: результаты ЕГЭ, баллы за вступительные испытания, изучаемые иностранные языки, участие в олимпиадах и конкурсах различного уровня, сведения о предыдущем образовании и успеваемости и прочее. Однако после завершения работы приемной комиссии вся эта информация практически не используется в процессе обучения студента. С другой стороны, описанный набор данных является хорошим пластом для начала формирования цифрового портфолио студента. Дальнейшее заполнение этого цифрового портфолио происходит уже в процессе обучения. Оно включает в себя результаты интеллектуальной деятельности студента, его работы в рамках пройденных курсов, достижения в области науки и прочее. Сформировавшийся цифровой портрет обучающегося может служить для анализа общепрофессиональных и профессиональных компетенций студента потенциальным работодателем.

Всего в интеллектуальной образовательной среде прослеживается 4 основных стороны, заинтересованные в использовании цифрового портфолио: обучающийся, преподаватель, образовательная организация и работодатель (рис. 1). Каждая из них имеет собственные задачи.

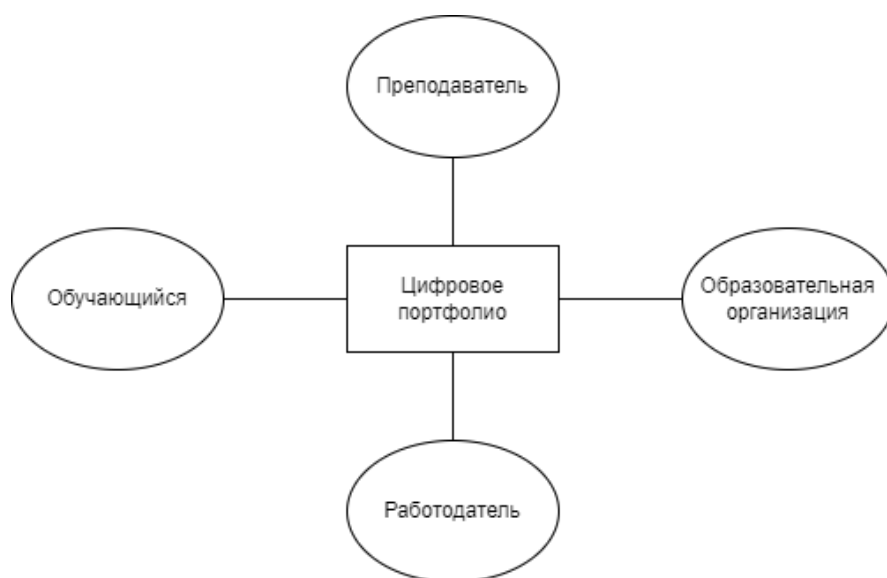


Рис. 1. Модель цифрового портфолио обучающегося и заинтересованных сторон

Обучающийся следует учебной программе и выполняет поставленные перед ним задания с целью приобретения установленных компетенций. Преподаватель

сопровождает учебный процесс обучаемого и корректирует индивидуальные траектории его развития. Образовательная организация предоставляет условия для взаимодействия обучающегося и преподавателя и обеспечивает формирование цифрового портфолио обучающегося. Работодателям предоставляется доступ к цифровому портфолио обучающихся для поиска наиболее подходящих трудовых кадров.

Абстрактная модель компонентов цифрового портфолио (рис. 2) должна содержать в себе информацию, необходимую для определения:

- идентификации обучаемого;
- уровней и видов образования;
- профессиональных возможностей;
- развития карьеры;
- индивидуальных достижений;
- индивидуальных особенностей [3].

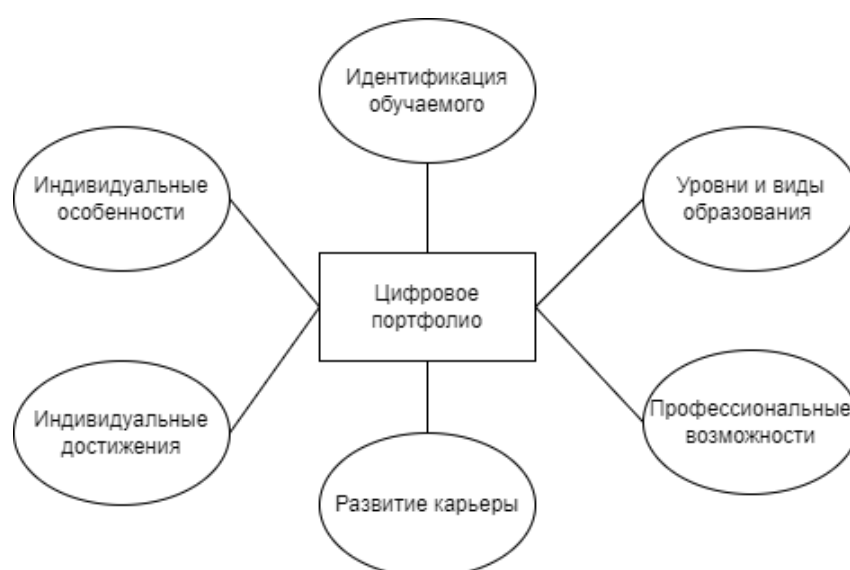


Рис. 2. Абстрактная модель компонентов цифрового портфолио

Цифровое портфолио должно строиться на основе следующих факторов:

- образовательная программа;
- ФГОС, профстандарты;
- система учета результатов обучения;
- система электронного тестирования знаний;
- система управления обучением.

Оцифровка результатов интеллектуальной деятельности студента в цифровое портфолио является хорошим средством для создания качественных трудовых ресурсов. Благодаря возможности анализировать цифровой след обучающегося студенту проще адаптировать свои навыки для дальнейшего обучения и в будущем сформировать конкретные и наиболее актуальные компетенции. Использование технологии цифрового следа полезно при проектировании и разработке новых образовательных программ, их модернизации и обновления. Обработка данных о студентах из электронных образовательных систем и информации из Интернета способствует интеграции полноценной модели индивидуализации в образовательные программы и помогает решать задачи по управлению совершенствованием образовательной среды учебного заведения [4].

Список литературы

1. Паспорт национального проекта «Образование». URL: <http://static.government.ru/media/files/UuG1ErcOWtjfOFCsqdLsLxC8oPFDkmBB.pdf> (дата обращения: 06.10.2023).
2. Паспорт федерального проекта «Цифровая образовательная среда». URL: <https://edu-frn.spb.ru/files/iiMBxQ4cNH1BCsaWn2WqDgFinWeU3rVYpmO6sd33.pdf> (дата обращения: 06.10.2023).
3. ГОСТ Р 57720–2017. Национальный стандарт Российской Федерации. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Структура информации электронного портфолио базовая (утв. и введен в действие приказом Росстандарта от 28.09.2017 № 1253-ст).
4. Степаненко А. А., Фещенко А. В. «Цифровой след» студента: поиск, анализ, интерпретация // Открытое и дистанционное образование. 2017. Т. 4. № 68. С. 58–62.

УДК 811.93

ЭТАПЫ КОМПИЛЯЦИИ И РЕАЛИЗАЦИИ ТРАНСЛЯТОРА НА ЯЗЫКЕ ЛОГИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПРОЛОГ

С. М. Голосова¹, К. Д. Савинова², О. С. Дорофеева³

^{1,2,3}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹sofiamixailovna00@mail.ru

²kristina_savinova_2016@mail.ru

³osd20061@yandex.ru

Аннотация. Приводятся краткие сведения о процессе трансляции. Рассматриваются основные этапы трансляции на языке логического программирования Пролог.

Ключевые слова: компиляция, реализация, транслятор, логическое программирование, Пролог

STAGES OF COMPILATION AND IMPLEMENTATION OF THE TRANSLATOR IN THE LOGIC PROGRAMMING LANGUAGE PROLOG

S. M. Golosova¹, K. D. Savinova², O. S. Dorofeeva³

^{1,2,3}Penza State University, Penza, Russia

¹sofiamixailovna00@mail.ru

²kristina_savinova_2016@mail.ru

³osd20061@yandex.ru

Abstract. Brief information about the translation process is provided. The main stages of translation in the logic programming language Prolog are considered.

Keywords: compilation, implementation, translator, logic programming, Prolog

В настоящее время искусственные языки, использующие для описания предметной области текстовое представление, широко применяются не только в программировании, но и в других областях. С их помощью описывается структура всевозможных документов, трехмерных виртуальных миров, графических интерфейсов пользователя и многих других объектов, используемых в моделях и в реальном мире. Для того, чтобы эти текстовые описания были корректно составлены, а затем правильно распознаны и интерпретированы, используются специальные методы их анализа и преобразования. В основе методов лежит теория языков и формальных грамматик, а также теория автоматов. Программные системы, предназначенные для анализа и интерпретации текстов, называются трансляторами.

В данной статье будет рассмотрена обобщенная структура трансляторов, в частности структура транслятора на языке логического программирования Пролог.

Транслятор – обслуживающая программа, преобразующая исходную программу, предоставленную на входном языке программирования, в рабочую программу, представленную на объектном языке [1].

Цель трансляции — преобразовать текст с одного языка на другой, который понятен адресату текста. В случае программ-трансляторов, адресатом является техническое устройство (процессор) или программа-интерпретатор.

Транслятор обязан корректно транслировать потенциально бесконечное множество программ, которые могут быть написаны на соответствующем языке программирования. Задача генерации оптимального целевого кода из исходной программы в общем случае неразрешима; таким образом, разработчики трансляторов должны искать компромиссные решения того, какие эвристики следует использовать для генерации эффективного кода [2].

Языки программирования включают в себя несколько базовых элементов:

- Алфавит – символы, комбинации которых будут формировать различные языковые конструкции.
- Синтаксис – правила записи функций, команд и прочих конструкций языка.
- Семантика – правила интерпретации и обработки конструкций.

Общие свойства и закономерности присущи как различным языкам программирования, так и трансляторам с этих языков. В них протекают схожие процессы преобразования исходного текста. Несмотря на то, что взаимодействие этих процессов может быть организовано различным путем, можно выделить этапы, выполнение которых приводит к одинаковым результатам. Они и будут составлять процесс компиляции.

Процесс компиляции состоит из следующих этапов:

1. Лексический анализ. Последовательность символов исходного файла преобразуется в последовательность лексем.
2. Синтаксический анализ. Последовательность лексем преобразуется в дерево разбора.
3. Семантический анализ. Дерево разбора обрабатывается с целью установления его семантики (смысла).
4. Оптимизация. Выполняется удаление излишних конструкций и упрощение кода с сохранением его смысла.

5. Генерация кода. Из промежуточного представления порождается объектный код.

Результатом компиляции является объектный код. Объектный код – это программа на языке машинных кодов с частичным сохранением символьной информации, необходимой в процессе сборки [3].

Обобщенная структура компилятора изображена на рис.1.

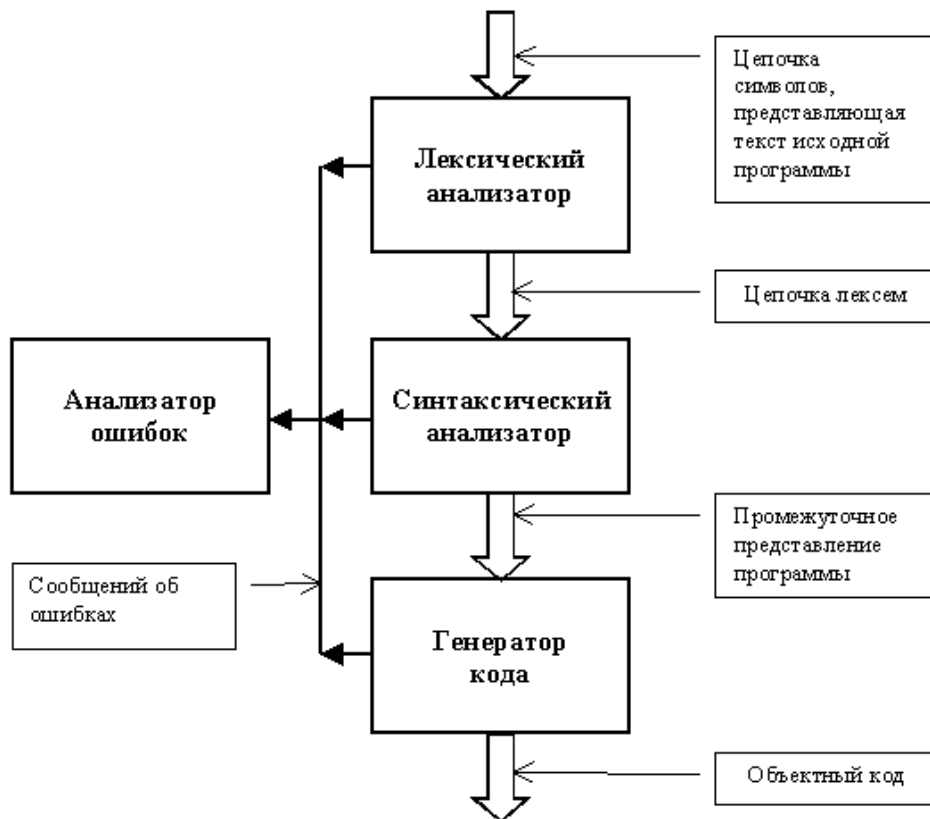


Рис. 1. Обобщенная структура компилятора

Пролог – язык программирования, предназначенный для обработки символьной (нечисловой) информации. Особенно хорошо он приспособлен для решения задач, в которых фигурируют объекты и отношения между ними. Его реализация содержит ограниченный набор механизмов: сопоставление образцов, древовидное представление структур данных и автоматический поиск с возвратом. Области применения Пролога различны, одной из них является написание компиляторов.

Рассмотрим применение Пролога для написания транслятора на трех основных этапах: этап лексического анализа, этап синтаксического анализа и этап семантического анализа текста программы.

На этапе лексического анализа производится выделение из исходного текста отдельных слов и символов языка и их проверка. Определяются ключевые слова, имена объектов и данных, удаляются лишние пробелы и комментарии. Несмотря на то, что для реализации лексического анализатора в большей степени подходят процедурные языки, решение этой задачи на языке логического программирования Пролог все же возможно. Для этого можно использовать встроенный предикат `fronttoken`. Предикат `fronttoken` выделяет лексему из строки.

На этапе синтаксического анализа проверяется возможность получения правильной грамматической фразы исходного языка и производится проверка типов

данных. Синтаксический анализ в Прологе осуществляется путем обработки предложения как списка строк и последующей попытки сопоставить части списка с предоставленными нами грамматическими правилами. Синтаксический анализатор строит синтаксическое дерево, которое представляет структуру программы и отражает вложенность операторов и выражений.

На этапе семантического анализа обрабатывается дерево, полученное в ходе синтаксического анализа. Эта часть транслятора проверяет правильность текста исходной программы с точки зрения семантики входного языка. Кроме непосредственной проверки, выполняются преобразования текста, требуемые семантикой входного языка. В зависимости от глубины результат семантического анализа может быть представлен в виде «таблицы», семантической сети, графа, дерева, что естественно для Пролога за счет его механизма вывода с поиском и возвратом, встроенного механизма сопоставления с образцом, и простой структуры данных с возможностью ее изменения.

Подводя итоги вышесказанного, стоит отметить, что особенностью написания программ на Прологе является представление программы в виде набора фактов с правилами, обеспечивающими получение заключений на основе этих фактов. Исходя из этапов реализации транслятора, можно сделать вывод о том, что в большей степени Пролог подходит для решения задач синтаксического и семантического анализа. Задачи лексического анализа – это сугубо процедурная часть и лучше реализовать ее на процедурных языках. Пролог удобен в тех случаях, когда задача сформулирована в виде набора правил, утверждений или логических высказываний. Например, при работе с грамматикой естественного языка, компиляторами. Сложные, запутанные системы правил лучше описать в явном виде и предоставить среде исполнения Пролог разбираться с ними автоматически.

Список литературы

1. Легалов А. И. Основы разработки трансляторов. Тема 1. Общие сведения о трансляторах. URL: <http://www.softcraft.ru/translat/lect/t01/>
2. Молдованова О. В. Языки программирования и методы трансляции : учеб. пособие. Новосибирск : СибГУТИ, 2012. 134 с. URL: <https://ita.sibsutis.ru/sites/csc.sibsutis.ru/files/courses/trans/LanguagesAndTranslationMethods.pdf>
3. Этапы компиляции : статья. URL: <https://ejudge.179.ru/tasks/cpp/total/105.html>

УДК 378+004.4

ПОДСИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ УНИВЕРСИТЕТА

И. В. Игошин¹, Т. В. Глотова², А. В. Ширканов³

^{1,2,3}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹vanek05042001@mail.ru

²tatyana@pnzgu.ru

Аннотация. Рассмотрены вопросы использования и дальнейшего развития информационной системы Пензенского государственного университета. Обозначены

на проблема необходимости автоматизации процесса оказания технической и методической поддержки для пользователей системы. Предложено создание обслуживающей подсистемы ЭИОС, предназначенной для консультативной поддержки преподавателей и сотрудников в образовательном процессе.

Ключевые слова: высшее образование, информационная система, информационные технологии, электронная информационно-образовательная система, пользовательский интерфейс, нейросеть

Финансирование: результаты исследований получены при финансовой поддержке Российского научного фонда (РНФ) и Пензенской области (проект № 22-21-20100).

EDUCATIONAL PROCESS SUPPORT SUBSYSTEM IN THE INFORMATIONAL SYSTEM OF UNIVERSITY

I. V. Igoshin¹, T. V. Glotova², A. V. Shirkanov³

^{1,2,3}Penza State University, Penza, Russia

¹vanek05042001@mail.ru

²tatyana@pnzgu.ru

Abstract. The issues of the use and further development of the information system of Penza State University are considered. The problem of the need to automate the process of providing technical and methodological support for system users is outlined. It is proposed to develop a service subsystem designed for consulting support of teachers and staff.

Keywords: higher education, information system, information technologies, electronic information educational environment, user interface, neural network

Funding: research results were obtained with the financial support of the Russian Science Foundation (RSF) and the Penza Region (project No. 22-21-20100).

В настоящее время в соответствии с ФГОС ВО университеты РФ используют в образовательном процессе электронную информационную образовательную среду (ЭИОС). В Пензенском государственном университете на основе свободно распространяемого программного обеспечения с открытым кодом разработана ЭИОС, отвечающая всем необходимым требованиям. Ее пользователями являются все студенты университета, преподаватели и сотрудники ВУЗа. Структура ЭИОС ПГУ, ее основные функции и возможности рассмотрены в [1, 2]. В процессе внедрения ЭИОС в действие все преподаватели, управленческий и учебно-вспомогательный персонал прошли обучение по программам подготовки работе в ЭИОС и непрерывно повышают квалификацию в этом направлении.

Необходимо отметить, что, как любая сложная автоматизированная система, ЭИОС продолжает развиваться. И в первую очередь это расширение основных реализуемых ей функций. Так в [3] рассмотрены вопросы разработки компонентов информационного и программного обеспечения для учета загруженных электронных учебных курсов и анализа на соответствие определенным требованиям и критериям в зависимости от цели дисциплины и используемых технологий обучения. На основе полученных результатов анализа учебным курсам может быть присвоена одна из категорий, которая определяет возможность использования его в образовательном процессе в определенном формате, например формате онлайн-курса или в смешанном обучении.

Важной задачей в развивающейся информационной системе является правильное и удобное отображение информации и наличие согласованного интерфейса системы при взаимодействии с пользователем. В большинстве случаев такое взаимодействие налажено с помощью интерфейсов на веб-страницах. Однако проектирование интерфейса, который отвечает вышеперечисленным требованиям, очень часто не является тривиальной задачей. К тому же каждая задача может требовать своего отдельного интерфейса, а зачастую и не одного, если объем и сложность задачи велики.

Следует отметить, что сложность задачи, решаемых с использованием ЭИОС, в подавляющем большинстве случаев, влияет на сложность проектирования и использования интерфейса. К тому же, при выполнении сложных задач, повышается вероятность допущения ошибки лицами, использующими тот или иной интерфейс, и возникновения вопросов по корректному использованию возможностей ЭИОС. Это к тому же требует увеличения персонала, занимающегося консультированием пользователей по вопросам использования информационной системы вуза, например сотрудников отделов технической и методической поддержки.

Поэтому необходимо, чтобы все вопросы, связанные с поддержкой использования ЭИОС решать в одном месте, то есть необходима разработка отдельной обслуживающей подсистемы поддержки образовательного процесса в ЭИОС, с целью разрешения проблем стандартных ситуаций использования.

Анализ обращений пользователей в службу технической и методической поддержки, вопросов в форумах ЭИОС по загрузке ресурсов и работе со студентами, показывает, что вопросы у пользователей системы возникают практически по всем функциональным возможностям системы. Причем большая часть вопросов связана со стандартными ситуациями использования, например, почему именно так выставлена оценка в соответствии с балльно-рейтинговой системой, как выставить добор баллов, как увеличить объем прикрепляемого файла, почему не видно дисциплину или группу и т.п. К стандартным можно так же отнести ситуации, когда необходима корректировка данных ответственным за них подразделением университета в базе данных ЭИОС, и ответ на вопрос должен содержать описание утвержденной организационной процедуры. На основании проведенного анализа можно сделать вывод, что структура компонентов разрабатываемой подсистемы поддержки должна соответствовать разработанной структуре ЭИОС для реализации всех функциональных требований.

Круг вопросов, охватываемых в информационной системе высшего учебного заведения слишком велик, поэтому в данном случае будет адекватным решением применение нейросети. Самым трудоемким процессом при создании такой нейросети будет составление базы знаний, которая с появлением новых задач будет динамически расширяться. Связь с разрабатываемой подсистемой поддержки возможна так же с использованием чат-бота.

В предлагаемом решении для информационной системы университета, нейронная сеть должна будет выполнять задачу по обработке естественного языка, по результатам которой будет подобран наиболее подходящий по данной теме ответ. Ключевой задачей будет являться формирование не просто большой выборки, но, в том числе, такой, которая могла бы давать правильный ответ на заданный вопрос, даже, несмотря на возможно не совсем корректный запрос к системе со стороны пользователя.

Таким образом, в данной статье было предложено создание отдельной обслуживающей подсистемы поддержки в информационной системе университета на основе нейросети для решения вопросов, связанных с оказанием консультаций пользователям по использованию ЭИОС.

Список литературы

1. Кревский И. Г., Глотова Т. В. Поддержка персонализации обучения и взаимодействия с работодателями на основе ЭИОС университета // Проблемы управления и моделирования в сложных системах : тр. XXI Междунар. конф. Самара, 2019. С. 429–434.

2. Кревский И. Г., Антонов А. В., Деев М. В. [и др.]. Управление внедрением информационной системы вуза / // Новые информационные технологии и системы : материалы XV Междунар. науч.-техн. конф. (Пенза, 20–21 ноября 2018 г.). Пенза : ПГУ, 2018. С. 228–231.

3. Игошин И. В., Глотова Т. В., Ширканов А. В. Разработка компонентов для работы с учебными курсами информационной системы высшего учебного заведения // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. ст. по материалам X Всерос. науч.-практ. конф. Пенза, 2023. С. 161–164.

УДК 004.588

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ СИСТЕМЫ ИНТЕРАКТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Д. А. Кулаков¹, Е. М. Подмарькова²

^{1,2}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹dkulakovv@bk.ru

²kalibrik.m@gmail.com

Аннотация. Жизнь современного человека многогранна и интересна. Если раньше люди жили только в физическом мире и боролись с его угрозами и вызовами, то сейчас часть нашей жизни проходит в виртуальном. В процессе работы, учебы мы обмениваемся с другими участниками информацией, подчас не задумываясь о том, что она может быть кем-то перехвачена и использована против нас третьими лицами. Низкая грамотность в сфере защиты личной информации создает огромное количество проблем как для самого человека, добросовестно живущего, так и для государства в целом. Поднимается проблема кибернетической безопасности, рассматриваются решения ее другими людьми, предлагается авторская концепция обучающей системы.

Ключевые слова: образовательные платформы, компьютерная и Интернет-безопасность, электронные курсы, система интерактивного обучения

CONCEPT DEVELOPMENT OF AN INTERACTIVE LEARNING SYSTEM FOR COMPUTER SECURITY

D. A. Kulakov¹, E. M. Podmarkova²

^{1,2}Penza State University, Penza Russia

¹dkulakovv@bk.ru

²kalibrik.m@gmail.com

Abstract. The life of a modern person is multifaceted and interesting. If earlier people lived in the physical world and struggled with its threats and challenges, now part of our lives takes place in the virtual. In the process of work and study, we exchange information with other participants. Sometimes we don't think about whether it can be intercepted by someone and used against us by third parties. Low literacy in the field of personal information protection creates a huge number of problems both for the person himself, who conscientiously leads his life, and for the state as a whole. In this article, the authors raise the problem of cyber security, consider how it is solved by other people and propose their own concept of a training system.

Keywords: educational platforms, computer and Internet security, electronic courses, interactive learning system

Мы живем в эпоху повсеместной всеобъемлющей компьютеризации, когда многие сферы нашей жизни переходят в сферу цифровых технологий. Мы не представляем сейчас своей жизни без современных мобильных устройств. Через них мы можем получить доступ к интернету, где у нас хранятся все наши данные. В большинстве случаев мы не задумываемся о том, что кроме нас они могут быть доступны третьим лицам, которые могут обратить их себе на пользу, а нам во вред. Поэтому от понимания и внимательного отношения к своим персональным данным зависит и наша безопасность.

В настоящее время существуют различные курсы по обучению компьютерной безопасности, которые позволяют повысить компьютерную грамотность пользователей, но они обладают как достоинствами, так и рядом недостатков. Рассмотрим более подробно каждый из них и обоснуем необходимость разработки собственного программного обеспечения.

Coursera – образовательная платформа, которая широко известна в Америке. На ней размещены различные образовательные курсы, направленные на получение основных навыков по безопасному пользованию интернетом и воспитанию в пользователях умения пользоваться в открытом электронном пространстве своими персональными данными.

В качестве примера такого курса можно привести «Основы кибербезопасности», в котором на базовом уровне разбираются темы: основы компьютерной и интернет безопасности, защиты информации, сетевой безопасности, безопасности приложений, управления рисками.

Главные недостатки таких курсов заключаются в том, что они дают поверхностное освещение тем, без углубления во многие нюансы предметной области, в которых кроются основные риски. Практические задания, которые подготовлены для закрепления знаний, подчас освещают только некоторые часто встречающиеся проблемы, которые дают довольно скудное понимание того, с чем в действительности можно столкнуться в реальной жизни. Материал представлен в основном в форме видеолекций, что существенно ограничивает интерактивное взаимодействие с контентом курса и не дает в своем индивидуальном темпе проходить предоставленные темы. Обновление наполнения дисциплин проходит нерегулярно, некоторые темы выглядят устаревшими.

Следующий курс «Специалист по кибербезопасности» представлен Skillbox, одним из лидеров российского рынка.

Skillbox – это образовательная-платформа, предлагающая курсы по различным IT-направлениям, начиная от дизайна и заканчивая обучением навыкам компьютерной и Интернет безопасности.

Изучив представленные там курсы по интересующему нас направлению, были отмечены их достоинства такие как:

Всестороннее освещение главных тем кибернетической безопасности, что выражается в добавлении к базовым темам, специализированных тем из практического применения специалистами, работающими в этой области. Такой подход к делу, позволяет охватить довольно широкий круг пользователей, начиная от имеющих небольшой опыт в подобной сфере заканчивая людьми, стремящихся пополнить свой практический опыт, рекомендациями других специалистов.

Практические занятия сформированы из примеров, взятых из реальной жизни.

Своевременное обновление материала делает такой курс интересным и полезным.

Занятия проводят опытные преподаватели, имеющие многолетний практический опыт в этой сфере.

Однако наряду с достоинствами стоит отметить и некоторые недостатки. К ним относятся:

Порог входа для обучения довольно высок, новичок, не имеющий никаких практических навыков, с трудом справляется даже с самым начальным уровнем предоставленного для изучения материала.

Доступ к учебному контенту, осуществляется только по заранее обговоренному точному времени и в заранее сформированных группах, нельзя изучать материал в любое свободное от учебы и работы время.

Сравнительно высокая стоимость в сравнении с другими аналогичными курсами на других платформах, что не всегда возможно оплатить людям, имеющим невысокие доходы.

Обратная связь обучаемого с обучающим преподавателем не всегда налажена своевременно.

Подводя итог вышесказанному, можно сделать вывод, что такие существенные недостатки как отсутствие интерактивности, в некоторых моментах неактуальность материала, ограниченный объем освещенных тем и высокая стоимость делают задачу разработки системы актуальной. Продукт, который будет разработан, устранит приведенные недостатки и будет иметь интерактивный формат обучения, а также будет полностью бесплатным, что даст возможность людям, имеющим невысокий доход, также приобщиться к самым современным знаниям в области защиты информации. Открытый код позволит людям, имеющим навыки программирования принять участие в совершенствовании курса. Представленный для обучения материал будет отвечать всем требованиям устранения последних выявленных угроз в сети интернет. Введенный подход интерактивного обучения компьютерной и интернет безопасности, позволит:

- Увеличить эффективность обучения и закрепления знаний за счет более наглядного интерактивного представления обучающего контента.

- Уменьшить количество возможных информационных атак и взломов, за счет повышения компьютерной и Интернет грамотности.

- Снизить затраты на обучение персонала, так как программа будет являться бесплатным продуктом и каждый желающий сможет пополнять базу знаний компьютерных угроз.

Разработка системы интерактивного обучения компьютерной безопасности позволит сделать шаг в сторону улучшения безопасности в интернет-среде в целом, а также улучшения компетентности пользователей [1–4]. Предлагаемая концепция программного обеспечения позволит ввести в изучение компьютерной безопасности новый уровень интерактивности, а также устранит большинство существующих недостатков существующих методов изучения данной отрасли информационных технологий.

Список литературы

1. Топ-10 антивирусных программ – 2022. URL: <https://habr.com/ru/companies/first/articles/672996/> (дата обращения: 15.10.2023).
2. 16 лучших антивирусов для Windows в 2023 году. URL: <https://www.kp.ru/expert/elektronika/luchshie-antivirusy-dlya-windows/> (дата обращения: 15.10.2023).
3. Профессия Специалист по кибербезопасности с нуля. URL: <https://skillbox.ru/course/profession-cybersecurity-service/> (дата обращения: 15.10.2023).
4. Учитесь без ограничений. URL: <https://www.coursera.org/> (дата обращения: 15.10.2023).

УДК 378:004

ЦИФРОВЫЕ ПЛАТФОРМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРОЦЕССОВ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ С ПОВЫШЕННОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ НАГРУЗКОЙ НА УЧАСТНИКОВ

В. Е. Логинова

*Центральный экономико-математический институт РАН,
Москва, Россия*

loginovave@mail.ru

Аннотация. Рассматриваются проблемы обеспечения эффективного взаимодействия рассчитываемых (вычисляемых) компонентов управляемых процессов общения человека с компьютерной системой, стимулирующих позитивные результаты научно-технической и образовательной деятельности. Выявлена необходимость развития цифровых платформ поддержки научно-технической и образовательной деятельности с существенной интеллектуальной компонентой, формирующей повышенную нагрузку на человека – участника управляемых процессов. Предлагается мониторинг поведения цифрового аватара (как цифрового двойника человека, присутствующего в виртуальной реальности) в рамках наблюдаемой человеко-машинной системы на основе метасистемного подхода с учетом параллельно функционирующих различных электронных предметных подсистем через анализ присутствия человека в различных виртуальных мирах (цифровая среда служебного, образовательного или развлекательного характера). Уточняется влияние интересующего наблюдаемого человека электронного контента на его участие в научно-технических и образовательных процессах. Обоснована целесообразность внедрения новых информационно-аналитических систем поддержки научно-технической и образовательной работы, базирующихся на мониторинге информации, запрашиваемой в глобальных телекоммуникационных сетях с опорой на нейросетевые информационно-аналитические сервисы для выявления и вычислительной обработки показателей комплексных информационно-когнитивных эффектов, стимулирующих научно-техническую [творческую] активность и образовательную заинтересованность.

Ключевые слова: цифровая платформа, научно-техническая, образовательная деятельность, информационно-аналитические сервисы, мониторинг, информационно-когнитивные эффекты

DIGITAL PROCESS SUPPORT PLATFORMS SCIENTIFIC, TECHNICAL AND EDUCATIONAL ACTIVITIES WITH INCREASED INTELLECTUAL LOAD ON PARTICIPANTS

V. E. Loginova

Central Economics and Mathematics Institute of the RAS, Moscow, Russia

loginovave@mail.ru

Abstract. The article discusses the problems of ensuring effective interaction of calculated (computable) components of controlled processes of human communication with a computer system, stimulating positive results of scientific, technical and educational activities. The need for the development of digital platforms to support scientific, technical and educational activities with a significant intellectual component, which creates an increased burden on a person participating in managed processes, has been identified. It is proposed to monitor the behavior of a digital avatar (as a digital twin of a person present in virtual reality) within the framework of the observed human-machine system based on a metasystem approach, taking into account various electronic subject subsystems operating in parallel through the analysis of human presence in various virtual worlds (digital environment of official, educational or for entertainment purposes). The influence of the electronic content of interest to the observed person on his participation in scientific, technical and educational processes is clarified. The feasibility of introducing new information and analytical systems to support scientific, technical and educational work, based on monitoring information requested in global telecommunication networks based on neural network information and analytical services for identifying and computationally processing indicators of complex information and cognitive effects, is substantiated. stimulating scientific and technical [creative] activity and educational interest.

Keywords: digital platform, scientific, technical, educational activities, information and analytical services, monitoring, information and cognitive effects

Повышение сложности современной научно-технической деятельности, опирающейся на постоянную образовательную активность (как в форме организованной образовательной деятельности, так и в форме самообразования), требует системной упорядоченности этих процессов на основе цифровых технологий [1–3].

Анализ запрашиваемого человеком электронного контента позволяет не только определить его интересы, но и выявить связь этих интересов с его научно-технической [творческой] активностью и образовательной заинтересованностью.

Источником данных для установления взаимосвязи с влиянием интересующего наблюдаемого человека электронного контента с его научно-техническими и образовательными успехами является анализ присутствия человека в различных виртуальных мирах (цифровая среда служебного, образовательного или развлекательного характера) и его коммуникационных партнеров (собеседников).

Для эффективного стимулирования творческой активности человека в процессах научно-технической и образовательной деятельности с учетом целесообразности повышения интеллектуальной нагрузки необходимо оперирование электронным контентом, который должен совпадать с его личными интересами и, одновременно, со служебными интересами [4–6].

Предлагается мониторинг информации, запрашиваемой человеком в глобальных телекоммуникационных сетях с опорой на нейросетевые информационно-

аналитические сервисы для выявления и вычислительной обработки показателей комплексных информационно-когнитивных эффектов, стимулирующих или не стимулирующих его научно-техническую [творческую] активность и образовательную заинтересованность. Одним из таких эффектов является положительная эмоциональная реакция человека на электронный контент, выражающаяся, в том числе, например, помимо других информационно-когнитивных эффектов, в повышении в режиме близком к времени первичного [в логической цепочке] запроса – последующей активности его информационных запросов в сетях и базах данных и, одновременно, повышении разнофакторной активности набора текстов на клавиатуре или управлении сервисами компьютера с помощью мышки.

Таким образом, актуализируется мониторинг поведения цифрового аватара (как цифрового двойника человека, присутствующего в виртуальной реальности) в рамках наблюдаемой человеко-машинной системы на основе метасистемного подхода с учетом параллельно функционирующих различных электронных предметных подсистем определенного профиля для анализа и прогнозирования интерпретируемых реакций, что важно: как сознательных, так и неосознаваемых.

Требуется развитие информационно-когнитивного инструментария компьютерных средств (цифровых платформ) для выявления и интерпретации реакций доступного для мониторинга поведения цифрового аватара (как цифрового двойника человека) в рамках наблюдаемой человеко-машинной системы на пакеты информационных сигналов (информации), запрашиваемой им в глобальных телекоммуникационных сетях. Упорядочение – в рамках определенной библиотеки – типовых видов таких реакций лежит в основе обчисленных идентифицированных ситуаций, чей электронный «слепок» попадает или не попадает под оцифрованный образ (прототип) требуемого события. Некоторая выявленная последовательность таких реакций позволяет оценить эффективность рассчитываемых (вычисляемых) компонентов управляемых процессов общения человека с компьютерной системой, стимулирующих или не стимулирующих позитивные результаты научно-технической, образовательной или иной деятельности.

Оперирование электронным контентом позволяет задать последовательность цепочки таких реакций с подключением (подстройкой) параллельно функционирующих различных электронных предметных подсистем определенного профиля, анализирующих различные аспекты информационной активности человека и связанные с изучаемым электронным контентом его реакции (эмоции и пр.), для формирования оптимизационного информационно-когнитивного интерактивного интерфейса общения человека с компьютерной системой, задающих вектор его добровольного самоповышения интеллектуальной нагрузки в комфортном для него режиме при научно-технической и образовательной деятельности.

Представляется целесообразным встраивание в данную систему программного комплекса для проведения цепочки автоматических цифровых экспериментов для операционного варьирования микро-пакетами информации, поступающей человеку в ходе его общения с виртуальной средой, для вызывания последовательности цепочки реакций – самоповышение интеллектуальной нагрузки [7].

Библиотека типовых видов таких реакций, динамично подстраиваемых к поведению человека при его общении с виртуальной средой, позволяет рассчитывать конфигурации вариантов итераций участия в управляемом процессе поведения конкретного человека. И на этой основе определить сами показатели и их динамику для развития процессов и процедур эффективного взаимодействия рассчитываемых (вычисляемых) компонентов управляемых процессов общения человека с компьютерной системой, стимулирующих позитивные результаты научно-технической и образовательной деятельности.

Список литературы

1. Агеев А. И. Россия в новой экономической реальности : монография. М. : ИНЭС, 2016. 460 с.
2. Логинова В. Е. Управление научными (научно-техническими) и образовательными процессами в цифровой информационной среде с элементами искусственного интеллекта // Инновационные технологии управления : сб. ст. по материалам VIII Всерос. науч.-практ. конф. (17–18 ноября 2021 г.). Н. Новгород : Мининский университет, 2021. С. 122–125.
3. Логинова В. Е. Формирование цифровой среды (платформы) для поддержки процессов решения ключевых задач повышения эффективности инновационного развития отраслей, территорий и научно-технических комплексов // Интеллектуальные информационные системы: теория и практика : сб. науч. ст. по материалам II Всерос. конф. Курск : Курский государственный университет, 2021. С. 80–86.
4. Логинова В. Е. Цифровые механизмы интеллектуальных коммуникаций в рамках научного (научно-технического) инжиниринга // Коммуникации в условиях цифровой трансформации : сб. материалов V Междунар. науч.-практ. конф. СПб. : София, 2021. С. 79–83.
5. Логинова В. Е. Использование цифрового «двойника» в деятельности корпоративных структур высокотехнологичных компаний, производящих продукцию особой сложности // Управление сложными организационными и техническими системами в условиях сверхкритических ситуаций : материалы Междунар. науч.-практ. конф. М. : ИНЭС, 2022. С. 25–27.
6. Логинова В. Е. Мониторинг и прогнозирование поведения распределенных агентных групп в рамках их сетевого взаимодействия // Теоретические и прикладные вопросы комплексной безопасности : материалы V Междунар. науч.-практ. конф. СПб. : Санкт-Петербургский институт природопользования, промышленной безопасности и охраны окружающей среды, 2022. С. 10–13.
7. Логинова В. Е. Цифровые механизмы организации интеллектуальных коммуникаций при научно-технической и образовательной деятельности. М. : ИУО РАО, 2022. 61 с.

УДК 004.05

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАК МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

С. В. Самуйлов¹, С. В. Самуйлова²

^{1,2}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹sws_p@mail.ru

²s_v_samuylova@mail.ru

Аннотация. Рассматривается наиболее известный алгоритм поиска – алгоритм бинарного поиска, а также его модификации. Выполнен сравнительный анализ этих алгоритмов. Приведены способы повышения эффективности алгоритмов обработки данных.

Ключевые слова: поиск, бинарный поиск, оптимальный бинарный поиск, O-нотации, интерполяционный бинарный поиск, сравнительный анализ алгоритмов, эффективность алгоритмов обработки данных

COMPARATIVE ANALYSIS AS A METHOD FOR STUDYING DATA PROCESSING ALGORITHMS

S. V. Samuilov¹, S. V. Samuilova²

^{1,2}Penza State University, Penza, Russia

¹sws_p@mail.ru

²s_v_samuylova@mail.ru

Abstract. The most well-known search algorithm is considered – the binary search algorithm, as well as its modifications. A comparative analysis of these algorithms has been performed. Methods for increasing the efficiency of data processing algorithms are presented.

Keywords: Search, binary search, optimal binary search, O-notations, interpolating binary search, comparative analysis of algorithms, efficiency of data processing algorithms

Одним из важнейших этапов подготовки программистов является этап изучения алгоритмов обработки данных, в частности, алгоритмов поиска и сортировки. Очевидно, что в процессе освоения данного материала нельзя ограничиваться ознакомлением студентов только с наиболее эффективными алгоритмами поиска и сортировки. Причина заключается в том, что само понятие эффективности неоднозначно.

В качестве критерия эффективности может выступать быстроедействие применяемого алгоритма, требуемый для его выполнения объем оперативной и/или внешней памяти, легкость понимания идеи, заложенной в используемом алгоритме, легкость создания и отладки кода и т.д. Как правило, не существует алгоритма, который удовлетворял бы одновременно даже нескольким из этих критериев.

Из этого можно сделать вывод, что при рассмотрении алгоритмов поиска и сортировки необходимо расширить круг изучаемых алгоритмов таким образом, чтобы охватить большую часть из рассмотренных выше критериев.

В результате имеем ситуацию, когда для решения одной и той же задачи предлагаются к изучению и использованию несколько алгоритмов обработки данных. В этом случае важно добиться от студентов четкого понимания отличительных особенностей каждого из рассматриваемых алгоритмов.

Традиционный подход к сравнительному анализу алгоритмов основан на определении их сложности, то есть на O-нотациях или асимптотическом анализе. Рассмотрим определение этого понятия.

O-нотация – это математическая запись, позволяющая отбрасывать детали при анализе алгоритмов [1]. Функцию $f(n)$ определяют как $O[g(n)]$ и говорят, что она порядка $g(n)$ для больших n , если

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{f(n)}{g(n)} = \text{const} \neq 0$$

Известно, что основным недостатком O-нотаций является то, что оценки слишком грубы для отображения более тонких отличий алгоритмов [2], и, следова-

тельно, не подходят для анализа алгоритмов с одинаковыми O-оценками. Однако алгоритмы, имеющие совпадающие O-оценками, зачастую очень существенно отличается друг от друга по ключевым характеристикам, в частности, по быстродействию. Следовательно, необходим метод изучения таких алгоритмов, учитывающий, выделяющий и объясняющий такие различия.

Рассмотрим такой подход на примере изучения группы алгоритмов бинарного поиска. Алгоритмы бинарного поиска являются одними из эффективных алгоритмов поиска в упорядоченной последовательности элементов.

Всемирно известный классический алгоритм бинарного поиска (КБП) состоит в вычислении индекса среднего элемента массива и, либо завершении поиска, если в середине находится искомым элемент, либо в отбрасывании половины элементов массива с изменением границ поиска, и продолжении описанным выше способом поиска в оставшейся половине. В цикле алгоритма существуют два условия окончания поиска: удачный, если на очередной итерации цикла средний элемент совпадет с ключом поиска, и неудачный, если границы поиска пересекутся.

Как известно [3] среднее число сравнений в алгоритме КБП вычисляется по формуле $\log_2(n+1) - 1$, а максимальное – $\log_2(n+1)$. Из формул следует, что удачный поиск от неудачного отличается в среднем на одно сравнение (в реализации этих алгоритмов – на одну итерацию цикла).

Именно этот анализ КБП лежит в основе разработки алгоритма оптимального бинарного поиска (ОБП). Оптимальность предполагает, что модифицированный алгоритм должен работать в среднем быстрее классического алгоритма. Для этого он должен делать меньше операций.

В программной реализации алгоритма КБП в цикле имеется три проверки: на совпадение ключа со средним элементом массива, на пересечение границ, и сравнение, отвечающее за перемещение этих границ.

Тот факт, что в алгоритме КБП удачный поиск отличается от неудачного в среднем только на одно сравнение (одну итерацию цикла), приводит к парадоксальному, казалось бы, решению: убрать из цикла проверку на равенство ключа среднему элементу массива.

Так как цикл теперь будет выполняться максимальное число раз, то есть до пересечения границ, то исключенная проверка не будет выполняться $\log_2(n+1)$ раз. Это выигрыш алгоритма ОБП. Однако сам цикл будет выполняться в среднем на одну итерацию больше, что даст в среднем две дополнительные проверки. Кроме того, требуется еще одна дополнительная проверка после цикла, определяющая, удачным ли был поиск, или нет. Тогда общая формула выигрыша алгоритма ОБП по отношению к алгоритму КБП будет следующей

$$v = \log_2(n+1) - 2 - 1 = \log_2(n+1) - 3.$$

Из формулы следует, что уже при $n \geq 7$ алгоритм ОБП будет в среднем быстрее алгоритма КБП.

Но рассмотренный выше способ оптимизации не является единственно возможным. Другой способ улучшения работы алгоритма – изменение основного принципа поиска. И классический, и оптимальный бинарный поиск всегда идут в середину поискового интервала, выполняют сравнение со средним элементом массива.

Однако, когда нам требуется найти фамилию студента в списке группы или абонента в телефонном справочнике, мы действуем по другому принципу. В этом случае мы ориентируемся на начальные буквы фамилии студента или абонента, предполагая, что данные могут находиться ближе к началу или концу списка. На этом основан интерполяционный бинарный поиск (ИБП).

Для реализации данного метода нужно заменить в алгоритме КБП оператор $i = (L + R)/2$

на оператор

$$i = L + (K - M_L) \cdot (R - L) / (M_R - M_L) (*)$$

где i – индекс элемента массива, с которым будет сравниваться ключ поиска; L – индекс левой границы поискового интервала; R – индекс правой границы поискового интервала; K – ключ поиска; M_L – значение левой границы поискового интервала; M_R – значение правой границы поискового интервала.

Рассмотрим формулу (*) более подробно. В ней пять переменных, причем четыре из них (L , R , M_L и M_R) являются константами на каждом интервале поиска. А вот ключ поиска K может принимать любые значения как из интервала значений между M_L и M_R , так и вне его. Тогда значение получаемого индекса i будет зависеть только от значения искомого ключа K . Чем больше значение K , тем больше и разность $(K - M_L)$, а, следовательно, больше и все выражение $(K - M_L) \cdot (R - L) / (M_R - M_L)$. Следовательно, тем дальше полученный индекс будет находится от левой границы интервала L . И наоборот, чем меньше значение искомого ключа, тем ближе будет значение индекса к L (левой границе).

Такой подход значительно снижает число сравнений и, следовательно, делает поиск более эффективным. И если сложность КБП и ОБП оценивается как $O(\log_2(n))$, то ИБП имеет уже сложность $O(\log_2(\log_2(n)))$ [4].

Таким образом переходя от изучения менее эффективных алгоритмов к все более и более эффективным студенты понимают, каким образом достигается эта эффективность, на чем она основана, какие существуют способы улучшения эффективности алгоритмов.

В заключении студенты проверяют теоретические знания на практике, выполняя соответствующую лабораторную работы и получают результаты, подтверждающие теоретические выкладки (рис. 1).

Лабораторная работа № 7	
Ключ	72051426
Неоптимальный бинарный поиск	
Время	375
Индекс	28824591
Оптимальный бинарный поиск	
Время	343
Индекс	28824591
Интерполяционный бинарный поиск	
Время	47
Индекс	28824591
Найти	
Выйти	

Рис. 1. Сравнение алгоритмов бинарного поиска

В результате, совмещая теорию с практикой студенты приходят к следующим выводам:

- для решения одной и той же задачи могут быть использованы не только различные алгоритмы, но и различные модификации одного и того же алгоритма;
- О-нотации не всегда позволяют выполнить сравнительный анализ используемых алгоритмов, так как дают приближенные, грубые оценки;
- один из способов повышения эффективности существующего алгоритма
- уменьшение числа выполняемых им операций;

– еще одним подходом к увеличению эффективности алгоритма является подход, основанный на изменении принципа выполнения основных операций алгоритма.

Список литературы

1. Самуйлов С. В. Алгоритмы и структуры обработки данных : учеб. пособие. Саратов : Вузовское образование, 2016. 132 с.
2. Вирт Н. Алгоритмы и структуры данных. Новая версия для Оберона. М. : ДМК Пресс, 2010. 272 с.
3. Самуйлов С. В. Современные информационные технологии в обучении студентов-заочников // Концепт. 2014. № 8. С. 111–115.
4. Интерполяционный поиск. URL: <https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title> (дата обращения: 17.10.2023).

УДК 004.58

МОБИЛЬНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ВЕДЕНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО СЛОВАРЯ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ

Д. Д. Соловьев

Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

densolo040303@gmail.com

Аннотация. Рассматриваются преимущество веб-браузерной программы-словаря самообучения иностранным языкам, перспективы данного программного обеспечения и отличие от аналогичных электронных словарей. Предлагаются способ внедрения таких словарей в сферу образования и система «взвешивания» своего уровня продвижения в изучении иностранного языка. В заключении изложены средства реализации, особенности разработки и принцип использования программы, кроссплатформенность приложения и способ записи и хранения данных.

Ключевые слова: словарь, мобильное образование, иностранные языки, изучение, веб-технологии, JavaScript

MOBILE SOFTWARE FOR MAINTAINING A USER DICTIONARY IN THE PROCESS OF LEARNING FOREIGN LANGUAGES

D. D. Solovev

Penza State University, Penza, Russia

densolo040303@gmail.com

Abstract. The advantage of a web browser program-a dictionary for self-learning foreign languages, the prospects of this software and the difference from similar electronic dictionaries are considered. A method of introducing such dictionaries into the field of education and a system of “weighing” one's level of advancement in learning a foreign

language is proposed. In conclusion, the means of implementation, the features of the development and the principle of using the program, the cross-platform nature of the application and the method of recording and storing data are outlined.

Keywords: dictionary, mobile education, foreign languages, learning, web technologies, JavaScript

В начале изучения иностранных языков важной особенностью является то, что нужно начинать с правильной организации своего обучения – от этого зависит скорость обучения. В этом плане в пространстве интернета уже имеется множество сайтов, приложений и электронных словарей, таких как *cidian.ru* или *bkrs.info*, но в большинстве случаев нет возможности ответить на все запросы пользователя (например, сведений об одном слове нет в одном словаре, но есть в другом). В результате, появляется проблема поиска уже встречавшегося ранее слова по нескольким словарям, вспоминания особенности значения в конкретном употреблении. Помимо вышесказанного, очень трудно бывает понять уровень прогресса своего обучения и составить статистику по нему, что было бы весьма полезно при подключении к обучению педагогов или репетиторов (например, такую информацию, как количество уже знакомых слов или какие это слова в принципе, на каких словах больше всего проблем с запоминанием). К тому же, не всегда есть возможность обратиться к интернет-ресурсам.

Для решения названных выше проблем и предназначено мобильное программное обеспечение [1] для ведения пользовательского словаря. Суть такого приложения заключается в том, что пользователь, в отличие от существующих словарей, сам наполняет такой словарь и осуществляется это на любом мобильном или стационарном устройстве, где есть веб-браузер, поддерживающий javascript. Еще одна особенность словаря, отличающая его от таких аналогичных сервисов, как *myefe* [2] - возможность работать вне привязки к сети, т.е. в режиме оффлайн в любой части света, имея под рукой лишь смартфон или иное мобильное устройство с браузером, а также, приложение не имеет ограничений на размер базы данных и содержимое хранится непосредственно на устройстве где приложение используется, что делает его не зависимым от подключения к интернету. К отличиям стоит отнести и то, что предлагается предусмотреть ввод целых предложений, которые затем будут разбиты на уже существующие в словаре элементы и те, которые еще не добавлены, что, в случае если пользователь уже записывал некоторые слова, при нажатии на них позволяет перейти к странице с информацией о них и вспомнить или дополнить недостающую информацию (пример, иллюстрирующий интерфейс ввода представлен на рис. 1). Такая особенность отсутствует в таком аналогичном словаре, как *WordTheme*.



Рис. 1. Пример интерфейса ввода и вывода текста

Такие словари могут представлять полезнейший инструмент в сфере получения образования не только самостоятельно, но и с репетитором или преподавателем, так как встроенный подсчет количества слов в составленном словаре будет фиксировать это, а также, составленную пользователем базу данных можно будет использовать в приложении - словаре, которое может быть и у преподавателя. Эта функция обмена базами данных словарей позволит в пару несложных действий получить всю информацию о прогрессе обучения от пользователя к пользователю. К тому же, можно использовать эту функцию и иначе - составленная преподавателем база данных может передаваться пользователям для самостоятельного изучения нового материала. Количество слов в передаваемом файле может быть небольшим (например, пара десятков новых слов, которые были изучены на занятии) и благодаря функции слияния баз данных, суть которой заключается в объединении данных из двух файлов словарей в один, словарь получателя может быть расширен без потери ранее записанных в его базе данных слов (иллюстрация процесса слияния файлов представлена на рис. 2). Помимо вышеперечисленных способов использования функции обмена базами данных она может быть использована следующим образом: преподаватель вставляет текст (например, задание или тестовый вопрос) в свое приложение с базой данных обучаемого и уже пройденные (существующие в базе) слова будут выделены особым цветом, что позволит оценить понимание обучаемым данного текста. Благодаря ведущейся словарем статистике можно не только узнать количество, состав и количество просмотров изучаемых слов, но и проверить такие вещи, как, например, уровень HSK в изучении китайского языка, это можно назвать системой “взвешивания” своего уровня по разным сторонам.

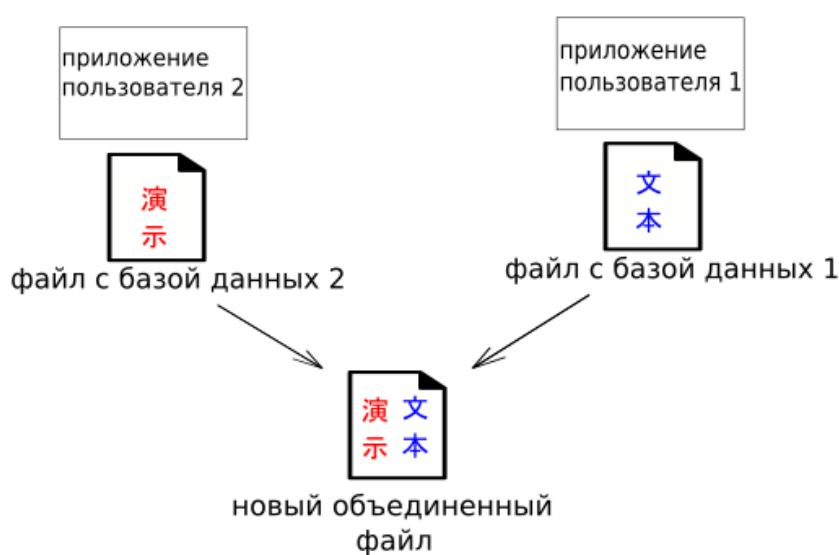


Рис. 2. Слияние файлов

Для реализации приложения достаточно кода на JavaScript в связке с HTML. Благодаря этому, приложение будет работать на любом устройстве с браузером, поддерживающим используемый для разработки стандарт ECMAScript, при этом приложение будет иметь достаточно малый размер и может включать в себя единственный файл HTML. К тому же, благодаря таблице стилей CSS, может быть получена высокая кроссплатформенность без больших временных и ресурсных затрат, для этого так же важно использовать разные возможности позиционирования

на экране и процентное соотношение при размещении графических составляющих. Главной особенностью приложения является то, что благодаря встроенным возможностям JavaScript позволяет работать с JSON форматом, благодаря которому можно удобно записать и считать с обычного текстового файла данные. Как раз на этом и основана база данных – это обычные файлы, которые легко передавать, хранить, публиковать почти где угодно в интернете, а при необходимости – редактировать вручную. В файл могут быть записаны к каждому слову в формате ключ-значение такие данные, как: само слово, его перевод, пояснение к нему, количество просмотров слова, позиция в списке и прочая, необходимая для идентификации и проецирования на экран информация. Первую строку файла планируется наполнять общей статистической информацией по типу количества изученных слов, содержащихся в файле. Благодаря таким файлам, в дальнейшем даже можно создать интернет-ресурс в формате форума, где каждый может выкладывать свои файлы с базой данных и получать авторитет своим переводам в среде переводчиков. Для работы с файлами предполагается использовать File System Access API, все приложение может представлять из себя всего лишь HTML файл, в котором содержится весь код, включая CSS и JavaScript, а для работы так же понадобится только текстовый файл, который можно создать во время выполнения программы либо открыть уже существующий в файловой директории устройства. Такой расклад позволяет без проблем запускать приложение на большинстве смартфонов, где установка и использование обычного приложения могло бы вызвать некоторые препятствия вроде антивирусной защиты, блокировки установки из неизвестных источников и прочего, это возможно благодаря посредству уже имеющегося на устройстве браузера. Тем более, у большинства современных устройств с рабочим столом есть функции выноса на него файла (коим является HTML приложение), что позволяет без посредства файловых менеджеров прямо с рабочего стола запускать приложение как обычный файл типа apk.

Из-за особенности использования в файле – базе данных системы ключ-значение даже если в объединяемых файлах будет одинаковое слово с разными переводами – они не будут перекрывать друг друга или вытесняться, а будут представлены как 2 элемента базы данных, за исключением случаев, когда в одном элементе заключено содержание полностью идентичное второму, тогда старый элемент будет удален для предотвращения переполнения дублирующейся информацией.

Список литературы

1. Станкевич Н. П. Использование мобильных технологий в процессе обучения иностранному языку // Информационные технологии в технических, политических и социально-экономических системах : материалы Междунар. науч.-техн. конф. / Белорус. нац. техн. ун-т. Минск : БНТУ, 2018. С. 114–116.

2. Туманова А. Д. Повышение эффективности изучения иностранных языков при составлении персонального онлайн-словаря на сайте myefe.ru // Молодой ученый. 2021. № 45 (387). С. 239–243. URL: <https://moluch.ru/archive/387/85221/> (дата обращения: 11.08.2023).

ОБЗОР ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ АЛГОРИТМОВ ТРАССИРОВКИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

С. Д. Исаев¹, Р. П. Гармаш², В. В. Эпп³

^{1,2,3}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹ Sergey748596@mail.ru

² legal7337@gmail.com

³ vitalinae@mail.ru

Аннотация. Рассматриваются несколько программ, таких как Altium Designer, KiCad, EAGLE и PADS PCB Design, предназначенных для изучения и оптимизации алгоритмов трассировки печатных плат. Описываются особенности каждого программного средства, а также их использование в проектировании электронных устройств. Представлена информация о том, как выбрать подходящее программное средство в зависимости от требований и доступности. Рекомендовано провести сравнительный анализ и пробные задания перед выбором программного средства.

Ключевые слова: трассировка, алгоритм, проектирование, разработка, печатные платы, программное обеспечение

REVIEW OF SOFTWARE TOOLS FOR STUDYING PCB ROUTING ALGORITHMS

S. D. Isaev¹, R. P. Garmash², V. V. Epp³

^{1,2,3}Penza State University, Penza, Russia

¹ Sergey748596@mail.ru

² legal7337@gmail.com

³ vitalinae@mail.ru

Abstract. The report discusses several programs, such as Altium Designer, KiCad, EAGLE and PADS PCB Design, designed to study and optimize PCB routing algorithms. The features of each software tool are described, as well as their use in the design of electronic devices. The report provides information on how to select the appropriate software based on requirements and availability, and recommends conducting benchmarking and trial exercises before selecting a software tool.

Keywords: tracing, algorithm, design, development, printed circuit boards, software

В процессе изучения курса «Автоматизация конструкторского проектирования», большое внимание уделяется вопросу заключительного этапа проектирования печатной платы, а именно процессу трассировки, так как от правильно проведенные трассы во многом зависит надежность устройства.

Рассмотрим программные продукты, которые используют для проектирования печатных плат:

1. Altium Designer
2. KiCad
3. EAGLE
4. PADS PCB Design

Все программные продукты, обладают большим функционалом и позволяют проводить трассировку [1–4]. Рассмотрим программные продукты с точки зрения изучения следующих алгоритмов: модульной трассировки, редактирования соединений и редактирования проложенных трасс (Таблица 1).

Таблица 1

Обзор программных продуктов для трассировки печатных плат

Критерии ПО	Модульная трассировка	Редактирование соединений	Редактирование проложенных трасс
Altium designer	Только полная трассировка, с ручной корректировкой	Позволяет легко изменять и добавлять соединения между компонентами	Настройка изгибов трассы под любым углом, возможность замены изломов на дуги, изменение ширины канала
KiCad	Полная, а также трассировка отдельных участков платы и копирование шаблона трассировки на другие участки	Позволяет легко изменять и добавлять соединения между компонентами	Настройка изгибов трассы под любым углом, возможность переключиться на режим закругленный режим
Autodesk EAGLE	Только полная трассировка, с ручной корректировкой	Позволяет легко изменять и добавлять соединения между компонентами	Настройка изгибов трассы под любым углом. Ширина каналов подбирается автоматически под каждый вход\выход
PADS PCB Design	Полная, а также трассировка отдельных участков платы и копирование шаблона трассировки на другие участки	Позволяет легко изменять и добавлять соединения между компонентами	Настройка изгибов трассы под любым углом. Поддерживает технологию “push and shove” позволять расталкивать проложенные проводники

Программным продуктом, который оптимально подходит для задач изучения алгоритмов трассировки является KiCad.

Список литературы

1. Armstrong K. EMC for Printed Circuit Boards: Basic and Advanced Design and Layout Techniques (2011). URL: hobbydocbox.com>
2. Кечиев Л. Н. Проектирование ПП для цифровой быстродействующей аппаратуры. М., 2007. 616 с.
3. Уваров А. С. Автотрассировщики печатных плат. М., 2006. 288 с.
4. Петренко А. И., Тетельбаум А. Я., Забалуев Н. Н. Топологические алгоритмы трассировки многослойных печатных плат. М. : Радио и связь, 1983. 152 с.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОНОМИКЕ, МЕДИЦИНЕ И УПРАВЛЕНИИ СОЦИАЛЬНЫМИ СИСТЕМАМИ

УДК 004.9

ОСОБЕННОСТИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛА ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ В СРЕДЕ МАТЛАВ ДЛЯ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

А. В. Адамова

Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

alicegarth@gmail.com

Аннотация. Рассматривается анализ кардиоинтервалов для оценки вариабельности сердечного ритма. Проанализированы основные этапы предварительной обработки сигнала электрокардиограммы (ЭКГ) в среде MATLAB. Показаны результаты на примере конкретного сигнала.

Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма (BCP), электрокардиограмма, алгоритм Пана – Томпкинса, Matlab

FEATURES OF THE IMPLEMENTATION OF THE CALCULATION OF VARIABILITY IN THE MATLAB ENVIRONMENT

A. V. Adamova

Penza State University, Penza, Russia

alicegarth@gmail.com

Abstract. This article discusses the analysis of cardiointervals to assess heart rate variability. The main stages of ECG signal preprocessing in MATLAB environment are analyzed. The results are shown on the example of a specific signal.

Keywords: heart rate variability (HRV), electrocardiogram, Pan – Tompkins algorithm, Matlab

Одним из методов оценки состояния организма является вариабельность сердечного ритма (BCP), основанный на длительности кардиоинтервалов. И хотя более правильно будет рассматривать интервалы P-P, принято брать расстояние между R-зубцами, так как во втором отведении их легче всего выделить из ЭКГ, и их амплитуда позволяет достаточно просто получить данные при компьютерной обработке сигнала.[1]. Основные этапы анализа BCP включают в себя получение данных, анализ кардиоинтервалов и оценку результатов. Данные делятся на 2 основные категории: короткие (от нескольких минут до нескольких часов) и длин-

ные, полученные холтеровским мониторингом [2]. Для получения исходных данных второго типа используются специализированные системы мобильного мониторинга ЭКГ, учитывающие особенности получения ЭКГ во время движения и повседневной активности [3].

Для анализа RR-интервалов был выбран алгоритм Пана-Томпкинса, который до сих пор остается одним из самых удобных в реализации. В качестве входных данных был взят оцифрованный сигнал с частотой 400 Гц, среда реализации – Matlab, включающая в себя все необходимые средства для решения данной задачи.

Данные пропускаем через полосовой фильтр Баттерворта 8 порядка встроенной функцией `butter` с использованием цифровой фильтрации `filtfilt`, обрабатывающей сигнал как в прямом, так и обратном направлении, позволяя сохранить QRS-комплекс, при этом уменьшив шум в сигнале. Полосу пропускания выбираем 2-20 Гц, чтобы отсечь дрейф изолинии и удалить миографический шум. Для большего удобства отфильтрованный сигнал нормируем к единице.

Для усиления полезного сигнала производится дифференцирование сигнала, подавляющее зубцы Р и Т, и возведение в квадрат, после чего результат становится положительным, и увеличивая амплитуду между высотой пиков, усиливая большие разности, а меньшие – подавляя. Сглаживание сигнала происходит с использованием фильтра скользящего среднего. Выбрав пороговое значение, равное 1/5 от максимального значения в окне, в скользящем окне, длительность которого равна 2 секундам, на выходе получаем только те отсчеты сигнала, что выше этого значения; таким образом происходит определение временного положения экстремума в данных. На рис. 1 представлены фрагменты реализации данного алгоритма.

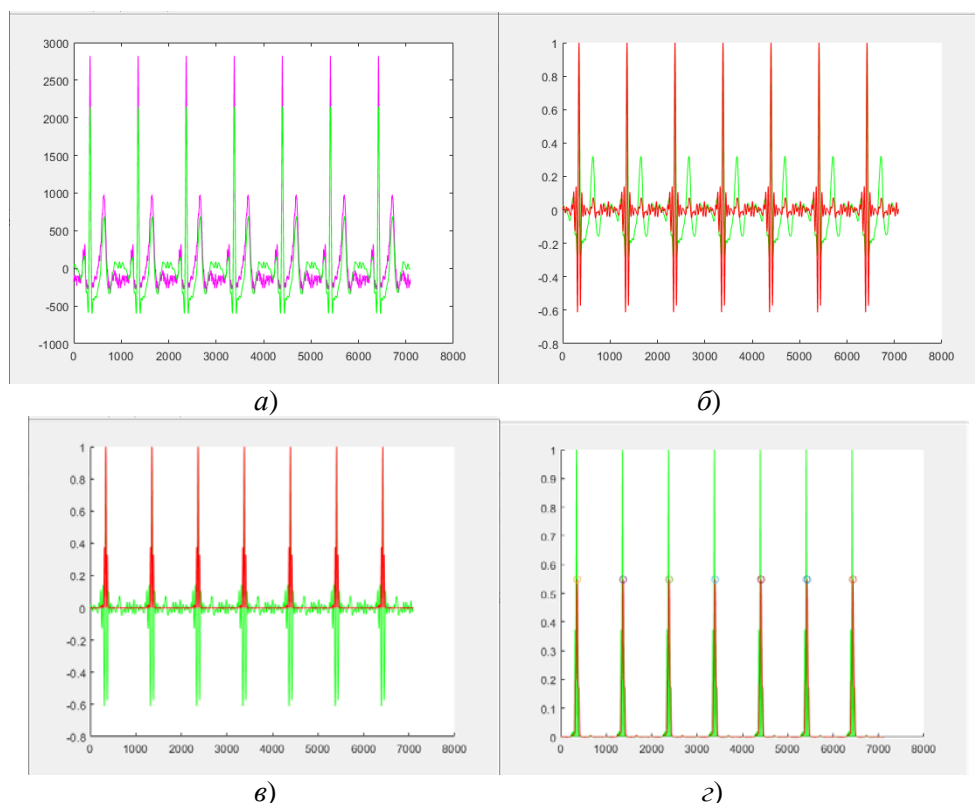


Рис. 1. Фрагменты реализации алгоритма Пана Томпкинса:

- a* – сравнение исходного сигнала и после прохождения полосового фильтра;
- б* – сравнение сигнала после фильтрации и сигнала после дифференцирования;
- в* – сравнение сигнала после дифференцирования и возведения в квадрат;
- г* – сравнение сигнала после возведения в квадрат, фильтра скользящего среднего и выделенными пиками максимальных значений

После получения максимальных значений, создается массив (рис. 2), состоящий из кардиоинтервалов.

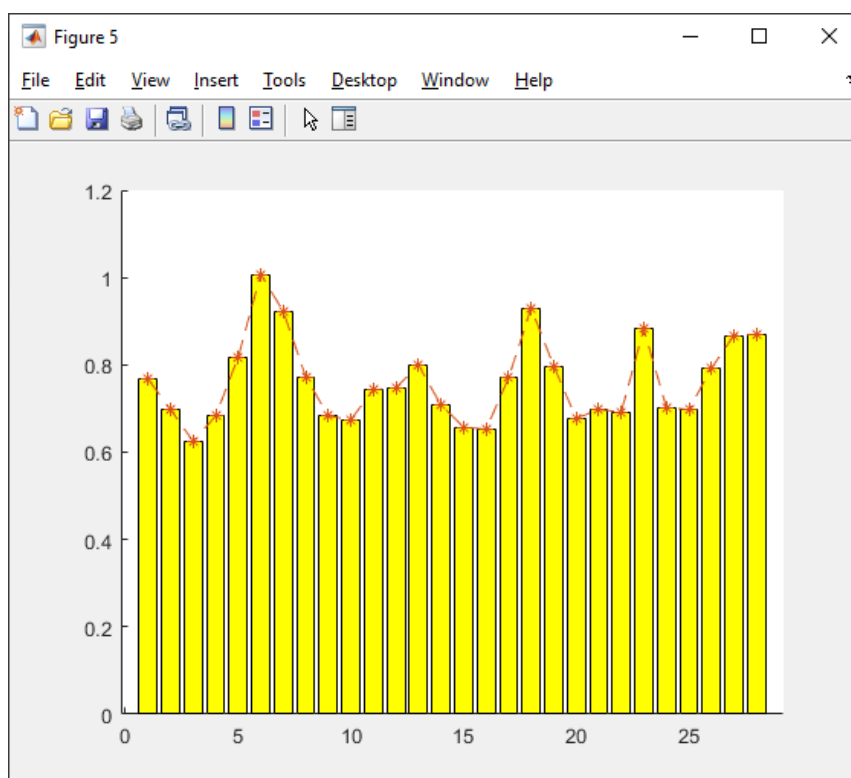


Рис. 2. Массив полученных RR-интервалов

Вычисление среднеквадратического отклонения дает следующий результат – 96,6 мс.

Данный метод анализа ВСР подходит для оценки вегетативной регуляции сердечного ритма и последующего анализа. Полученные данные могут использоваться в том числе для построения персонализированных прогнозных моделей [4]. Для реализации данного метода достаточно коротких записей сердечного ритма, что позволяет упростить получение данных, их обработку и интерпретацию.

Список литературы

1. Бокерия Л. А., Бокерия О. Л., Волковская И. В. Вариабельность сердечного ритма: методы измерения, интерпретация, клиническое использование // *Анналы аритмологии*. 2009. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/variabelnost-serdechnogo-ritma-metody-izmereniya-interpretatsiya-klinicheskoe-ispolzovanie> (дата обращения: 18.10.2023).
2. Баевский Р. М., Иванов Г. Г. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения // *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2001. № 3. С. 108–127.
3. Safronov M., Kuzmin A., Bodin O. [et al.]. Mobile ECG Monitoring Device with Bioimpedance Measurement and Analysis // *Conference of Open Innovations Association, FRUCT*. 2019. No. 24. P. 375–380.
4. Mitrokhin M., Kuzmin A., Dyatlov N. [et al.]. Investigation of Models for Prognosis of Critical Values of Non-Invasive Electrophysiological Parameters of Pregnant Women with Abnormalities of Heart Rate // *Conference of Open Innovations Association, FRUCT*. 2017. No. 21. P. 238–243.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПЕРЕГРУЗКА И ЦИФРОВОЙ ДЕТОКС

И. П. Бурукина¹, А. О. Ольтьян², Н. А. Чельшкова³

^{1,2,3}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹burukinairina@gmail.com

Аннотация. Рассматриваются вопросы, связанные с информационной перегрузкой человека. Даны рекомендации по постепенному добровольному отказу на определенное время от Интернета, социальных сетей или гаджетов с целью снятия стресса и напряжения. Приведен обзор современных средств цифрового детокса (digital-detox).

Ключевые слова: информационная перегрузка, сервис, приложения, Интернет, цифровой детокс

INFORMATION OVERLOAD AND DIGITAL DETOX

I. P. Burukina ¹, A. O. Oltyan², N. A. Chelyshkova³

^{1,2,3}Penza State University, Penza, Russia

¹burukinairina@gmail.com

Abstract. The article discusses issues related to human information overload. Recommendations are given for a gradual voluntary cessation of the Internet, social networks or gadgets for a certain time in order to relieve stress and tension. An overview of modern means of digital detox is provided.

Keywords: information overload, service, applications, Internet, digital detox

Гаджеты полностью завладели нашим вниманием и не сопровождают нас разве что только во сне. По данным ВЦИОМ, каждый третий россиянин проводит в интернете более четырех часов в день. Более 7 % опрошенных испытывают подавленность и тревожность, если не могут зайти в Сеть [1].

Гаджеты одно из средств коммуникации, а любая коммуникация вызывает напряжение. Частое возбуждение нервной системы огромным потоком информации, получаемым из соцсетей и мессенджеров, может привести к хронической усталости. Многие из нас уже испытывали на себе один из симптомов телефонной зависимости – фантомные вибрации. Это состояние, при котором человек слышит звук сообщений, даже когда его нет. Исследователи установили[2], что люди с фантомной вибрацией обладают повышенным беспокойством – они постоянно проверяют почту и сообщения в мессенджерах. Многие из нас делят свое спальное место с гаджетом и утром после пробуждения еще до того, как почистили зубы, берут в руки телефон, а известны и случаи, когда еще не проснувшись, человек берет телефон в руки, но немного отойдя от сна, с удивлением обнаруживает, что в его руках «пустота».

Каждый вновь проведенный за компьютером день увеличивает риск получения травмы от повторяющегося длительного напряжения. Вместе с неудобной позой это негативно влияет на наше здоровье. Ухудшается зрение, появляются бессонница, резкая смена настроения, снижается концентрация внимания, работоспособность и память, ослабевают мышцы и сухожилия шеи, плеч и рук.

Опрос ВЦИОМ показал: 77 % россиян признают необходимость в периодическом отдыхе от интернета [3]. Только за последний год 45 % соотечественников сознательно отключали доступ к нему. Чтобы не подвергать наш организм перенапряжению и снизить вредное влияние гаджетов, надо практиковать цифровой детокс.

Цифровой детокс (от англ. Digital Detox) – это осознанный, добровольный отказ человека на определенное время от использования интернета, гаджетов и других цифровых устройств с целью отдохнуть от виртуального мира и информационного потока, снять стресс и напряжение, переключить внимание на другие занятия.

Как проводить цифровой детокс.

Цифровой детокс можно вводить постепенно:

- Избавление от информационного «шума». Например, сначала отписаться от каналов, которые просматриваете нерегулярно. Или удалить редко используемые приложения. Если соцсеть нужна для переписки, можно удалить приложение и оставить только мессенджер. Так вы снизите объем отвлекающей медиа информации. Также можно отказаться от лишних подписок, например, на кинотеатры – у вас не будет желания посмотреть кино только потому, что оплатили месяц подписки.

- Полезные привычки и хобби. Главное – занятие должно быть регулярным и не следует брать с собой телефон. Иначе релаксация будет неэффективной.

- Поездка на природу, где нет интернет-связи или слабый сигнал.

- Отключайте телефон во время встреч с друзьями или уберите в сумку. Для регулярной детоксикации можно настроить wi-fi на автоматическое отключение.

- В настоящее время стали приобретать популярность Digital Detox лагеря. Это лагеря для взрослых, в которых нельзя пользоваться гаджетами. Участники парятся в бане, медитируют, отдыхают, играют, ходят на мастер-классы, общаются.

- За рубежом также стали использоваться «телефоны выходного дня» – простые кнопочные телефоны с ограниченными контактами.

- Живое общение отвлечет от гаджетов и принесет больше эмоций, чем разговор по телефону или переписка в мессенджерах.

Для избавления от цифровой зависимости также разработано большое количество приложений, которые помогают контролировать то, что еще не вошло в наше интуитивное понимание: «сколько надо», «где перегруз», «куда делась реальная жизнь». Это приложения для контроля времени.

Ниже приведена подборка, по нашему мнению, наиболее простых и удобных мобильных приложений, которые стоит попробовать на начальном этапе цифрового детокса.

Qualitytime

Это приложение поможет отследить и проанализировать время, которое проведено в телефоне, и избавиться от тех приложений и социальных сетей, которые забирают непозволительно много времени. Для удобства анализа времени добавлен график. Приложение имеет успокаивающий и интуитивно понятный интерфейс. Есть функция настройки блокировки оповещений. Можно создавать несколько профилей. Доступно для пользователей Android и IOS.

Forest: Будь сосредоточенным

Приятная цветовая гамма и оформление говорят о том, что создатели обладают хорошим вкусом. В приложении Forest вам предлагается посадить росток,

который в будущем превратится в дерево. Выполняя задания, можно растить деревья и создавать свой виртуальный садик. Чтобы дерево выросло, все, что нужно сделать – отложить телефон с запущенным приложением и не пользоваться им в течение назначенного времени. Если вы выйдете из приложения, дерево умрет. Это приложение также имеет подробные статистические диаграммы для анализа затраченного времени. Такое приложение подойдет любителям игровых форм. Доступно для пользователей Android и IOS.

Экранное время & Самоконтроль (StayFree)

Приложение имеет более строгий интерфейс. Цветовая гамма понравится любителям «темных» тем. После установки не нужно ждать сбора данных для статистики, приложение сразу выдает информацию о прошедшем дне. Можно установить лимиты для разных приложений, и получать сообщения об их превышении. Приложение имеет все необходимые функции детокс-приложений, например, напоминания о расходе времени, обнаружение отвлекающих приложений и визуализацию затраченного в телефоне времени. Также StayFree отличается быстрой и качественной поддержкой своих клиентов и малым потреблением энергии аккумулятора. Доступно для пользователей Android.

Плanner Времени — Трекер, Список Задач, Расписание

Приложение имеет большой, на первый взгляд, сложный функционал. Позволяет отслеживать не только затраченное время, но и выполнение определенных задач пользователя, имеет статистику, которая будет помогать планировать жизнь в балансе. Также приложение имеет такие полезные функции как: список дел с несколькими уровнями вложенности подзадач, план без жестких временных рамок и расписание на месяц с разнообразными фильтрами для более широкого охвата. Доступно для пользователей Android.

Digitox: Цифровое благополучие – Digital Wellbeing

Эта программа предназначена для тех, кто пока не понял, сколько времени тратит в смартфоне и готов, при необходимости самостоятельно отложить гаджет в сторону. Digitox отслеживает то, сколько смартфон находится в руках пользователя в течение дня, и какие приложения открываются чаще всего. Каждый день и в конце недели создается подробный отчет о том, как был использован гаджет. Это поможет понять, что «съедает» больше всего ресурсов и от чего стоит отказаться. При необходимости внутри программы можно установить лимиты на использование определенных приложений. Когда эти лимиты будут превышены, пользователь получит уведомление.

Для цифрового детокса с более жестким контролем использования телефона широко используются следующие приложения:

Anti-Social

AntiSocial – приложение для составления отчетов, которое позволит контролировать использование смартфона. Самый простой вариант блокировщика. Он незамысловат, как родительский контроль – просто перекрывает доступ к социальным сетям всех категорий. Вы сможете пользоваться интернетом, не отвлекаясь ни на что лишнее. Приложение каждый день подсчитывает, сколько раз разблокировали смартфон и общее количество минут, проведенных в социальных сетях. Также ведется счет, по которому сравнивается количество использований, открытые тарифы и другие данные с данными коллег. Доступно для пользователей Android и IOS.

Self-Control

Блокировка отвлекающих сайтов и занятий на определенный срок. Пользователь должен установить период времени для блокировки, добавить сайты в свой список заблокированных. Пока этот таймер не истечет, пользователь не сможет

получить доступ к этим сайтам, даже если перезагрузит компьютер или удалит приложение. Self-Control сам остановит обновление почты, поставит статус «не в сети» по всем мессенджерам и закроет доступ к «преступным» сайтам (вроде соцсетей). Главное - правильно определить список мест, куда ходить запрещено. Доступно для пользователей IOS.

Digital Detox Challenge

Программа штрафов за срывы создана для радикального цифрового детокса. Пользователь сам выбирает время, которое проводит без соцсетей и иных отвлекающих факторов, сам настраивает периодичность пауз – перерывов на 5 минут, в которые все функции смартфона снова становятся доступными. При необходимости можно оставить доступ, например, к звонкам или мессенджерам. Если пользователь «срывается», не выдерживая детокса, ему придется перечислить небольшую сумму разработчикам или друзьям, с которыми он заключил соглашение о совместном детоксе. Чем больше времени человек проводит без смартфона, тем больше баллов ему начисляет приложение. В программе есть рейтинг всех участников, который строится из количества набранных ими баллов, что также мотивирует двигаться вперед. Еще один плюс Digital Detox Challenge – полное отсутствие рекламы. Доступно для пользователей Android.

Digital Detox App

Приложение делает смартфон полностью недоступным в течение некоторого времени. Интуитивно-понятное приложение, которое не занимает много места и в котором отсутствует реклама. У пользователя есть возможность определить, какие функции будут заблокированы. Снять блок с телефона раньше времени можно только через компьютер. Доступно для пользователей Android и IOS.

Keepmeout

Это приложение блокирует доступ в социальные сети, чаты и другие ресурсы. Скоро разработчик предоставит возможность выбора определенных приложений, которые действительно нужно исключить из блокировки и добавит функцию систематизированного обзора того, какие приложения пользователь использует в течение определенного периода времени. Можно установить будильник на определенное время, которое вы хотите посвятить более важным делам или занятиям. Также можно добавить важные контакты в свой список экстренных контактов, чтобы легко связаться с ними во время блокировки. Доступно для пользователей Android.

Stay Focused — App Block

Stay Focused помогает отслеживать время, потраченное на использование разных программ в течение всего дня. При необходимости их можно заблокировать на заданный временной промежуток. Блокировке подвергаются как определенные программы, так и весь телефон целиком. Также есть возможность поставить лимит на использование приложений или количество его запусков в течение дня. Приложение имеет строгий режим и блокировку, чтобы пользователь не смог изменять уже созданный профиль и обойти приложение.

Moment

Это приложение отслеживает общее количество вашего использования, но оно не отслеживает звонки, время использования Google Maps или время прослушивания музыки. Когда вы устанавливаете функцию “время без экрана” и выходите из приложения, оно каждые 5 секунд отправляет вам уведомления, напоминающие о необходимости заблокировать телефон.

Приложение предоставит возможность узнать, сколько раз вы разблокировали свой мобильный телефон, в какое время и как долго им пользовались. Это очень полезно, потому что мы часто не задумываемся об этом (около 80 разблоки-

ровок в день), и обычно в течение дня бывают моменты, когда после разблокировки мы пользуемся им слишком долго. Доступно для пользователей Android и IOS.

На наш взгляд описанных выше программ будет достаточно [4], чтобы найти то, что подходит вам лучше всего, устроить себе цифровой детокс на все выходные, и хорошо провести время с друзьями и близкими.

Список литературы

1. Зотова О. М., Зотов В. В. Информационные перегрузки как фактор стресса студентов вузов // Человек и его здоровье. 2015. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnye-peregruzki-kak-faktor-stressa-studentov-vuzov> (дата обращения: 17.10.2023).

2. Бурукина И. П., Никулин Д. С. Исследование возможностей протоколов ISMP // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. ст. по материалам IX Всерос. науч.-практ. конф. (Пенза, 16 марта 2022 г.). Пенза : ПГУ, 2022. С. 106–110.

3. Баловсяк Н. В. Компьютер и здоровье. СПб. : Питер, 2008. С. 208.

4. Бурукина И. П. Мультимедийные цифровые образовательные ресурсы в образовательном процессе современного вуза // Новые информационные технологии и системы (НИТиС-2021) : сб. науч. ст. по материалам XVIII Междунар. науч.-техн. конф. (Пенза, 24–26 ноября 2021 г.). Пенза : ПГУ, 2021. С. 20–23.

УДК 004.9

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВРАЧЕЙ, ПАЦИЕНТОВ И АПТЕК

Д. В. Алферьев¹, А. А. Гудков², Ю. И. Евсеева³

^{1,2,3}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹alferev-98@mail.ru

²alexei-ag@yandex.ru

³shymoda@mail.ru

Аннотация. Рассматривается информационное взаимодействие врачей, пациентов и аптек. Показана актуальность разработки информационных систем, направленных на поддержку такого взаимодействия. Рассмотрен ряд существующих систем, отмечены их недостатки. Предлагается собственная система, реализуемая в виде веб-приложения, в которой будут устранены выявленные недостатки. Рассмотрены варианты использования предлагаемой системы.

Ключевые слова: информационная система, веб-приложение, медицина, врачи, пациенты, аптеки, информационное взаимодействие

INFORMATION SYSTEM TO SUPPORT INTERACTION BETWEEN DOCTORS, PATIENTS AND PHARMACIES

D. V. Alferiev¹, A. A. Gudkov², Y. I. Evseeva³

^{1,2,3}Penza State University, Penza, Russia

¹alferev-98@mail.ru

²alexei-ag@yandex.ru

³shymoda@mail.ru

Abstract. The article is devoted to information interaction between doctors, patients and pharmacies. The relevance of developing information systems aimed at supporting such interaction is shown. A number of existing systems are considered and their shortcomings are noted. We propose our own system, implemented as a web application, in which the identified shortcomings will be eliminated. Options for using the proposed system are considered.

Keywords: information system, web application, medicine, doctors, patients, pharmacies, information interaction

За последние двадцать лет мир информационных технологий сильно продвинулся вперед. Так и сфера медицинских услуг претерпела ряд изменений: появление автоматизированных систем упростило работу медицинских работников, теперь документооборот находится не на бумажных, а на электронных носителях. Эти нововведения позволили экономить время как врачам, так и пациентам. Информация на электронных носителях может быть быстро изменена и сразу же отображаться в личном деле пациента, что позволяет врачам разных больниц не потерять информацию о пациенте, избавиться от недопониманий, связанных с неразборчивым заполнением данных.

Остается актуальной тема взаимодействия врачей, пациентов и аптек. В основу такого взаимодействия может быть положен рецепт, выписываемый врачом пациенту. Большинство больниц России использует бумажные рецепты. Такому способу взаимодействия присущ ряд недостатков. Для их устранения предлагается использовать систему электронных рецептов, позволяющую упростить связь между врачом, пациентом и аптекой. Врачам такие системы предоставляют информацию о лекарственных препаратах, которые имеются в наличии в аптеках. Пациенту, в свою очередь, сложнее утратить рецепт, легче найти аптеки с нужными лекарственными средствами. Фармацевтов это избавляет от недопониманий, связанных с неразборчивыми рецептами на бумажных носителях. Помимо работы с электронными рецептами, предлагаемая система позволит упростить поиск и покупку лекарств, а также даст возможность пациентам просматривать протоколы осмотров врачей, результаты анализов, выписки. Предлагаемая система повысит удобство и оперативность оказания медицинских услуг для всех участников данного процесса.

Рассмотрим существующие системы, используемые врачами, пациентами и работниками аптек (табл. 1).

Как видно из таблицы, представленные аналоги разработаны под мобильные устройства и имеют различный функционал. Рассматривая данные системы, можно сделать вывод, что большинство из них упрощают работу только с электронными рецептами.

Существующие медицинские информационные системы

Название системы	Вид программного обеспечения (ПО)	Набор функций
ЕМИАС.ИНФО	Мобильное ПО	Электронный рецепт / запись к врачу / просмотр мед. карты
Мой рецепт	Мобильное ПО	Электронный рецепт / подбор препаратов и цен
Электронный рецепт	Мобильное ПО	Электронный рецепт / подбор препаратов и цен
ЕРЕЦЕПТ.РФ	Мобильное ПО	Электронный рецепт / подбор препаратов и цен / бронирование

Система «ЕМИАС.ИНФО» предоставляет большой выбор возможностей, но имеет недостаток, а именно невозможность бронирования препаратов и продления рецептов, что особенно важно для пациентов с хроническими заболеваниями.

Система «Электронный рецепт» схожа с системами «Мой рецепт», «ЕРЕЦЕПТ.РФ», главный недостаток этих систем заключается в том, что пациент не может взаимодействовать с больницами, т.е. отсутствует возможность записи к врачам, также не все системы имеют функцию бронирования препаратов и продления рецептов.

Для устранения выявленных недостатков в предлагаемой системе планируется использовать следующие решения.

Результаты опроса СберСтрахования и Rambler&GO показали, что 59 % людей обращаются к врачам раз в год или реже. Таким образом, вероятность похода к врачам для большинства людей невелика, т. е. пользователи не будут часто пользоваться медицинским приложением. Исходя из этого, веб-приложение больше подходит для медицинских систем, нежели мобильное приложение. Поэтому предлагается разрабатывать систему в виде веб-приложения для большего удобства ее использования.

Система должна быть понятна пользователям, будь то врач, фармацевт или пациент, т.е. ее использование не должно требовать специальных навыков.

Система должна объединить ряд функций аналогов, таких как запись к врачу, бронирование препаратов и продление рецептов.

Система должна проверять правильное заполнение электронного рецепта, т.е. рецепт должен иметь полные сведения о препарате (наименование, разовая доза, способ и кратность приема, период курса).

В случае отсутствия нужного препарата и дальнейшей покупки аналога пациентом система должна уведомлять лечащего врача, такое решение больше подойдет частным клиникам, так как количество пациентов меньше и, следовательно, медицинскому работнику легче отреагировать на уведомление.

Система должна иметь средства обратной связи, что позволит пользователям легче адаптироваться в системе; на часто задаваемые вопросы отвечать с помощью чат-ботов с возможностью перенаправления на консультантов.

В систему планируется добавить функцию сопроводительного письма при записи к врачу, что позволит эффективнее использовать ограниченное время приема.

Быстрое развитие электронного документооборота позволит реализовать в системе поддержку электронных удостоверяющих документов граждан, что позволит фармацевтам быстрее отпускать рецепты.

Планируется добавить в систему функцию противопоказаний, т. е. врач может внести противопоказания к препаратам и при заполнении электронного рецепта система будет уведомлять медицинского работника о них.

На рис. 1 представлены базовые функции и возможные сценарии использования системы.

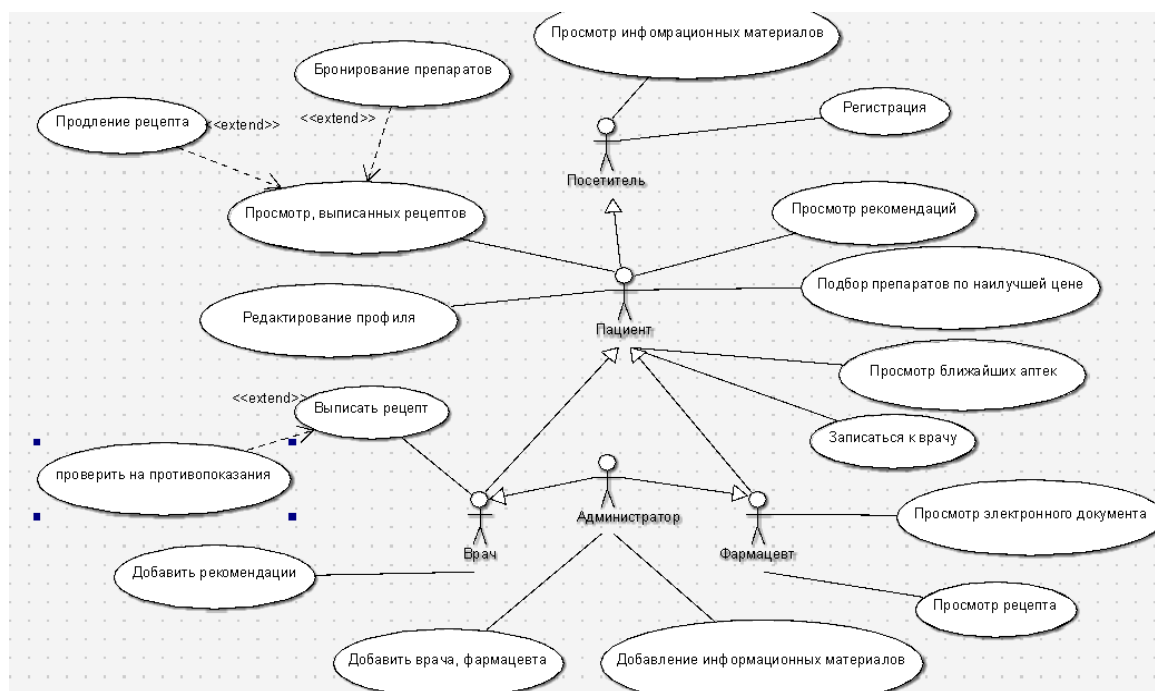


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования предлагаемой системы

В системе будут следующие группы пользователей:

- посетитель – имеет возможности просматривать информационные материалы (новости и т.п.), зарегистрироваться;
- пациент – может просматривать свои рецепты, редактировать профиль, найти ближайшие аптеки, подобрать препараты по наилучшей цене, просмотреть рекомендации к препаратам, бронировать препараты в аптеках, записаться к врачу;
- врач – имеет функции: выписать рецепт или редактировать его, проверить препараты на противопоказания, добавить рекомендации к рецепту, также может пользоваться возможностями пациента и посетителя, т.е. просматривать информационные материалы и т.п.;
- фармацевт – имеет функции: просмотра рецепта пациента, просмотра электронного документа для подтверждения личности покупателя;
- администратор – имеет возможность добавления новых пользователей, таких как врачи и фармацевты, обновлять информацию на страницах сайта (добавление новостей и т.п.).

Проведенный анализ предметной области показал, что создание информационной системы для поддержки взаимодействия врачей, пациентов и аптек, является актуальной задачей [1–3]. Существующие системы обладают рядом недостатков, основные из которых – нельзя продлить или забронировать рецепт, невозможность пациента взаимодействовать с больницами. Предложена собственная система, которая объединяет некоторый функционал и добавляет новые возможности для пациентов и врачей, что в свою очередь позволяет избавить систему от ряда недостатков уже существующих систем.

Список литературы

1. Панюшев В. Я., Петров А. Ю., Андреева И. Н. Использование информационных технологий в системе взаимодействия врачей и провизоров при выписке рецепта и отпуске лекарственных средств из аптечной организации // Медицинский вестник Северного Кавказа. 2011. № 3. С. 85–89.
2. Нейгард М. Release it! Проектирование и дизайн ПО для тех, кому не все равно. СПб. : Питер, 2016. 320 с.
3. Буч Г., Рамбо Д., Якобсон И. Язык UML. Руководство пользователя / пер. с англ. Н. Мухина. 2-е изд. М. : ДМК Пресс, 2006. 496 с.

УДК 681.324

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ МОДУЛЬНОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ УСТАНОВКИ

А. В. Дубинин¹, М. А. Ручкин²

^{1,2}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹dubinin.aleksey@gmail.com

²ruchmix@mail.ru

Аннотация. Современной тенденцией развития промышленных киберфизических систем является их функциональная и пространственная децентрализация. В данной работе рассматривается имитатор промышленной установки FESTO, представляющий собой распределенную вычислительную систему на основе локальной вычислительной сети. Модель кибернетической части построена на основе международного стандарта IEC 61499, а модель физической части – с использованием языка программирования высокого уровня.

Ключевые слова: промышленное производство, системы управления, распределенные системы, имитационное моделирование, стандарт МЭК 61499, FESTO

DISTRIBUTED SYSTEM FOR SIMULATION OF A LABORATORY MODULAR PRODUCTION SYSTEM

A. V. Dubinin¹, M. A. Ruchkin²

^{1,2}Penza State University, Penza, Russia

¹dubinin.aleksey@gmail.com

²ruchmix@mail.ru

Abstract. The current trend in the development of industrial cyber-physical systems is their functional and spatial decentralization. This paper considers the FESTO production system simulator, which is a distributed computing system based on a local area network. The model of the cybernetic part is built on the basis of the international standard IEC 61499, and the model of the physical part is built using a high-level programming language.

Keywords: industrial production, control systems, distributed systems, simulation, IEC 61499 standard, FESTO

Современной тенденций развития промышленных киберфизических систем (ПКФС) является их функциональная и пространственная децентрализация. Данная тенденция нашла свое отражение в международном стандарте МЭК 61499, предлагающим путь создания распределенных систем управления промышленными процессами на основе функциональных блоков (ФБ) [1].

Важными этапами в проектировании ПКФС являются моделирование, верификация и прототипирование. Разработка любой сложной инфомехатронной системы, включающей в себя механические, электронные, программные и информационные составляющие, требует проведение дорогостоящих натурных экспериментов, и соответственно с усложнением механизмов и систем управления, в разы увеличиваются затраты на тестирование и отладку таких промышленных систем. Имея возможность проводить подобные эксперименты на программных моделях таких установок, можно значительно уменьшить финансовые и временные затраты.

В данной работе рассматривается имитатор промышленной установки FESTO, представляющий собой распределенную вычислительную систему на основе локальной вычислительной сети (ЛВС). Модель кибернетической части построена на основе международного стандарта IEC 61499, а модель физической части – с использованием языка программирования высокого уровня.

Лабораторная модульная производственная система от фирмы FESTO Didactic [2], предназначенная для изучения процессов механообработки, состоит из трех станций – распределительной станции (РС), тестирующей станции (ТС) и обрабатывающей станции (ОС) [3]. Заготовка представляет собой шайбу из пластмассы или металла. В процессе изготовления детали заготовка последовательно проходит через все три станции. Имеется ряд работ, в которых рассмотрены вопросы имитационного моделирования станций FESTO (например, [4]).

Распределенный имитатор производственной установки FESTO предназначен для распределенного визуального моделирования процессов, протекающих в установке FESTO, а также для поддержки разработки и отладки управляющих алгоритмов функционирования данной установки. Имитатор представляет собой распределенную систему, состоящую из трех основных частей:

- 1) распределенной системы управления оборудованием;
- 2) распределенной системы визуального моделирования оборудования;
- 3) пульта оператора.

В качестве коммуникационной среды используется локальная вычислительная сеть Ethernet (рис. 1).

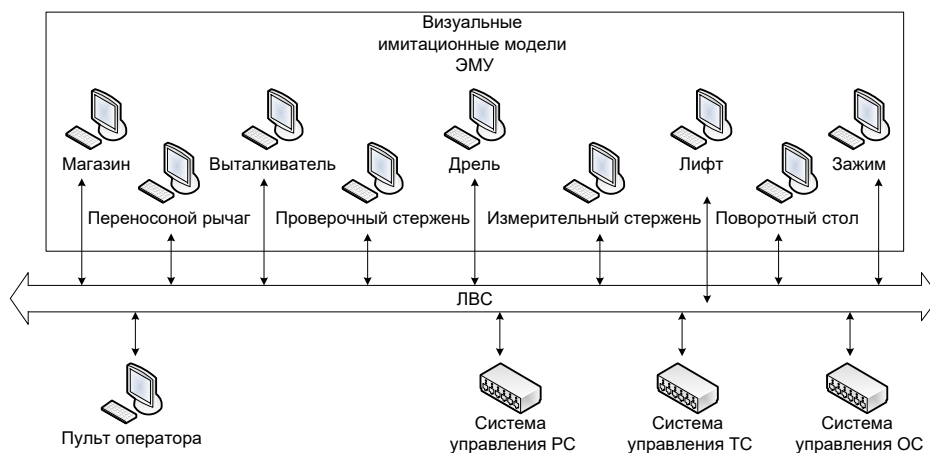


Рис. 1. Структура распределенной модели производственной системы FESTO на основе локальной вычислительной сети

Взаимодействие между узлами осуществляется на основе обмена сообщениями по ЛВС с использованием стека протоколов TCP/IP.

Распределенная система управления состоит из трех взаимодействующих узлов, представляющих системы управления РС, ТС и ОС, соответственно. Управляющие программы разработаны в виде систем ФБ международного стандарта МЭК 61499 с использованием инструментального средства FBDK [5]. В качестве примера на рис. 2 приведен интерфейс ФБ для управления устройствами тестирующей станции.

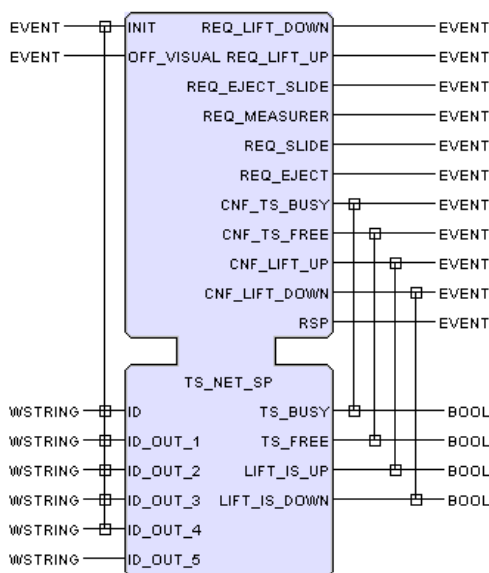


Рис. 2. Интерфейс функционального блока управления тестирующей станцией

Распределенная система визуального моделирования оборудования содержит столько узлов-эмуляторов, сколько электромеханических узлов (ЭМУ) включает производственная система (например, для тестирующей станции определены устройства «Лифт», «Выталкиватель» и «Измерительный стержень»). Программное обеспечение каждого из подобных узлов имеет коммуникационный компонент для взаимодействия с соответствующим управляющим узлом и компонент для визуального моделирования ЭМУ. На рисунке 3 в качестве примера приведено графическое представление устройства «Выталкиватель».

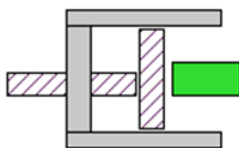


Рис. 3. Графическое представление выталкивателя

Узел-эмулятор принимает определенные команды от управляющего узла, выполняет соответствующую анимацию ЭМУ на экране монитора, а также возвращает в систему управления информацию о текущем состоянии ЭМУ. На узле-эмуляторе ЭМУ также располагается настроечный файл, в котором указывается IP-адрес и порт управляющего узла, режим работы, параметры отображения, а также время задержки при работе ЭМУ. При разработке программных визуальных имитационных моделей использовалась среда программирования Microsoft Visual C++ и библиотека MFC.

Список литературы

1. Vyatkin V. IEC 61499 function blocks for embedded and distributed control systems design. ISA, 2007. 279 p.
2. FESTO Didactic. URL: <https://www.festo-didactic.com>
3. Дубинин В. Н., Вяткин В. В. Модели функциональных блоков IEC 61499, их проверка и трансформации в проектировании распределенных систем управления : монография. Пенза : Изд-во ПГУ, 2012. 348 с.
4. Дубинин А. В., Дубинин В. Н., Бычков А. С. Программная имитационная модель тестирующей станции производственной системы FESTO // Новые информационные технологии и системы (НИТиС-2022) : сб. науч. ст. XIX Междунар. науч.-техн. конф. (Пенза, 17–18 ноября 2022 г.). Пенза : Изд-во ПГУ, 2022. С. 67–71.
5. FBDK. URL: <https://holobloc.com>

УДК 004.4

СИСТЕМА ОНЛАЙН-БРОНИ ГОСТИНИЦ ПО ВСЕМУ МИРУ

Ю. И. Евсева¹, А. А. Гудков², Н. В. Шиберина³

^{1,2,3}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹shymoda@mail.ru

²alexei-ag@yandex.ru

³schiberina@yandex.ru

Аннотация. Рассматриваются вопросы проектирования программной системы онлайн-брони гостиниц в современных условиях на международном уровне. Произведен анализ существующих аналогов. Представлены основные функции приложения.

Ключевые слова: проектирование программного обеспечения, онлайн-бронирование, туризм

ONLINE BOOKING SYSTEM ALL OVER THE WORLD

Y. I. Evseeva¹, A. A. Gudkov², N. V. Shiberina³

^{1,2,3}Penza State University, Penza, Russia

¹shymoda@mail.ru

²alexei-ag@yandex.ru

³schiberina@yandex.ru

Abstract. The issues of designing a software system for online hotel reservations in modern conditions at the international level are considered. An analysis of existing analogues was carried out. The main functions of the application are presented.

Keywords: software design, online booking, tourism

Сегодня, с развитием технологий и Интернета, гостиничный бизнес становится все более доступным и удобным для туристов и путешественников. Система онлайн-бронирования гостиниц – это неотъемлемая часть современного мира, позволяющая легко и быстро найти и забронировать номер в любом отеле мира. В данной статье мы рассмотрим основные аспекты работы таких систем, их преимущества и недостатки, а также предложим собственную систему, интегрирующую в себя преимущества существующих и лишенную их недочетов.

Система онлайн-бронирования гостиниц – это специализированный интернет-сервис, предоставляющий возможность забронировать номер в отеле через Интернет. Такие системы позволяют пользователям выбирать различные параметры поиска (например, местоположение, «звездность» отеля, тип номера, наличие дополнительных услуг) и сравнивать цены на гостиницы в реальном времени.

Преимущества систем онлайн-бронирования гостиниц [1]:

1. Удобство и простота использования. Бронирование номера через систему онлайн бронирования занимает всего несколько минут и не требует личного визита в отель.

2. Большой выбор гостиниц. Благодаря системе онлайн бронирования, вы можете выбрать и забронировать отель из огромного количества вариантов по всему миру.

3. Экономия времени и средств. Отсутствие необходимости лично посещать отель для бронирования номера позволяет сэкономить время и средства на проезд и проживание.

4. Безопасность.

Из наиболее популярных в Российской Федерации систем онлайн-бронирования можно выделить:

1. Travel.Yandex – одно из наиболее популярных приложений для бронирования гостиниц. Оно предлагает доступ к огромному количеству гостиниц. Приложение также имеет функции покупки билета как авиабилеты, так и ж/д билеты [2].

2. Ostrovok.ru – это приложение для бронирования хостелов, апартаментов, отелей. Фишка этого сайта в том, что при выборе отеля, с правой стороны сайта можно сразу посмотреть местоположения отеля [3].

В табл. 1 перечислены сравнительные характеристики представленных систем и аналога, предлагаемого авторами статьи.

Таблица 1

Характеристики системы и ее аналогов

Особенности	Предлагаемая система	Travel.Yandex	Ostrovok.ru
Поиск и фильтрация отелей	+	+	+
Бронирование номеров онлайн по всему миру	+	–	–
Местоположение отеля на карте	+	–	+
Выбор отдыха по категориям	+	-	-
Оплата бронирования	+	+	+
Отмена бронирования	+	+	+
Чат с поддержкой	+	+	+
Рейтинг и отзывы на отели	+	+	+
Возможность зарегистрироваться через Google и GitHub	+	+	–

В предлагаемой системе можно бронировать и оплачивать номера по всему миру, в то время как у аналогов тоже есть такая возможность, но она работает только по России. В системе можно зарегистрироваться через Google, GitHub, что в разы может ускорить процесс регистрации и соответственно процесс бронирования, а также можно выбрать направление отдыха, например, отдых в пещере или лыжный спорт.

Туризм имеет огромное значение в современном мире. Он способствует экономическому развитию, культурному обмену, социальному взаимодействию и развитию инфраструктуры. Однако туризм также сталкивается с проблемами и вызовами, которые требуют внимания и решения. Развитие устойчивого и качественного туризма является ключевым фактором для обеспечения благополучия и удовлетворения потребностей туристов и местного населения. Система Онлайн Бронирования Гостиниц – это удобный и надежный способ найти и забронировать отель в любой точке мира.

Список литературы

1. Бурлака А. М. Анализ и перспективы развития туристической индустрии в Российской Федерации // Молодой ученый. 2023. № 2 (449). С. 91–93. URL: <https://moluch.ru/archive/449/98957/> (дата обращения: 12.10.2023).
2. Яндекс-путешествия // Яндекс-путешествия. URL: <https://travel.yandex.ru/> (дата обращения: 14.10.2023).
3. Островок // Островок. URL: <https://ostrovok.ru/?sid=0a47d579-9190-421d-836d-0aad1b7100fb> (дата обращения: 14.10.2023).

УДК 004.9

РАСЧЕТ ВАРИАТИВНОСТИ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ СРЕДСТВАМИ SCILAB

И. С. Карташов¹, С. В. Привалова²

^{1,2}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹promgodpn@gmail.com

²sofia.privalova@mail.ru

Аннотация. С целью изучения методов анализа variability сердечного ритма была разработана программа расчета характеристик и вывода графиков интервалограммы. Программа позволяет рассчитать СКО, NN50 и pNN50 RR-интервалов, а также строить графики ритмограммы и гистограммы. Для разработки программы было использовано программное обеспечение для численных вычислений Scilab.

Ключевые слова: variability сердечного ритма, интервалограмма, ритмограмма, гистограмма, СКО, NN50, pNN50, анализ, сигнал, Scilab

CALCULATION OF VARIABILITY OF ECG PARAMETERS

I. S. Kartashov¹, S. V. Privalova²

^{1,2}Penza State University, Penza, Russia

¹promgodpn@gmail.com

²sofia.privalova@mail.ru

Abstract. In order to study the methods of heart rate variability analysis, a program was developed to calculate characteristics and output intervalogram graphs. The

program allows to calculate RR, NN50 and pNN50 of RR intervals, as well as to plot rhythmograms and histograms. Scilab numerical calculation software was used to develop the program.

Keywords: heart rate variability, intervalogram, rhythmogram, histogram, RMS, NN50, pNN50, analysis, signal, Scilab

Вариабельность сердечного ритма (BCP) – это изменчивость продолжительности интервалов R-R последовательных циклов сердечных сокращений за определенные промежутки времени.

Снижение BCP можно рассматривать как сигнал о побочных эффектах, особенно при сердечно-сосудистых заболеваниях [1].

Анализ BCP позволяет оценивать функциональное состояние организма и его изменений. С его помощью возможно прогнозировать дальнейшее состояние здоровья человека, выявлять риски развития различных заболеваний. Анализируя вариабельность сердечного ритма также можно оценивать эффективность лечебно-профилактических и оздоровительных мероприятий [2]. Особенно актуальна задача анализа вариабельности в системах мобильного мониторинга [3].

На данный момент не существует одного универсального показателя вариабельности сердечного ритма. Для эффективного анализа состояния здоровья человека необходимо учитывать показания, полученные в результате различных методов анализа. В рамках данной статьи будут рассматриваться как статистические (анализ СКО, NN50, pNN50), так и геометрические методы (анализы графиков ритмограммы и гистограммы).

Статистические методы применяются для количественной оценки вариабельности сердечного ритма в исследуемый промежуток времени. Данные методы включает в себя изучение последовательности RR-интервалов, которые представляют собой временные промежутки между последовательными сердечными сокращениями.

СКО – среднеквадратичное отклонение – указывает на степень отклонения каждого RR-интервала от среднего значения за рассматриваемый период. Этот показатель выражается в миллисекундах.

Характеристика NN50 представляет собой количество пар последовательных RR-интервалов, отличающихся более чем на 50 мс. Также рассчитывается процент этих пар от общего количества пар интервалов и обозначается как pNN50.

Геометрические методы предоставляют наглядное визуальное отображение данных, что существенно облегчает их анализ.

Для анализа были взяты сигналы кардиоинтервалов двух человек. Первый испытуемый не имеет выявленных сердечных заболеваний, второй – имеет поставленный диагноз – аритмия. Анализируемый участок сигнала – 20 с.

Для расчета показателей и построения графиков была разработана программа в среде программного обеспечения Scilab [4]. Результаты расчетов характеристик R-R интервалов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики кардиоинтервалов

Испытуемый	СКО, мс	NN50, кол-во интервалов	pNN50, %
1	56	3760	47,0
2	88	1261	15,8

Графики ритмограммы и гистограммы представлены на рис. 1–2 соответственно.

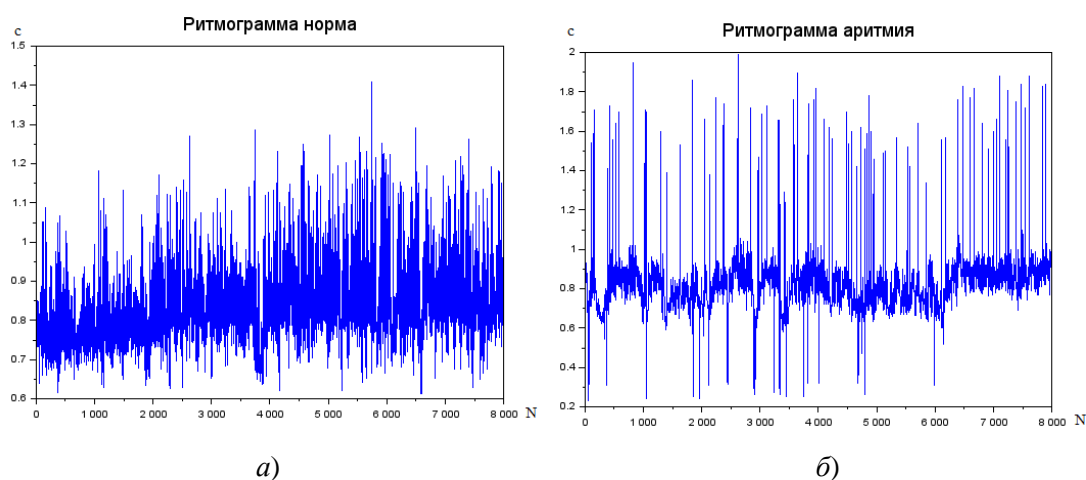


Рис. 1. Графики ритмограммы:
а – здорового человека; б – больного аритмией

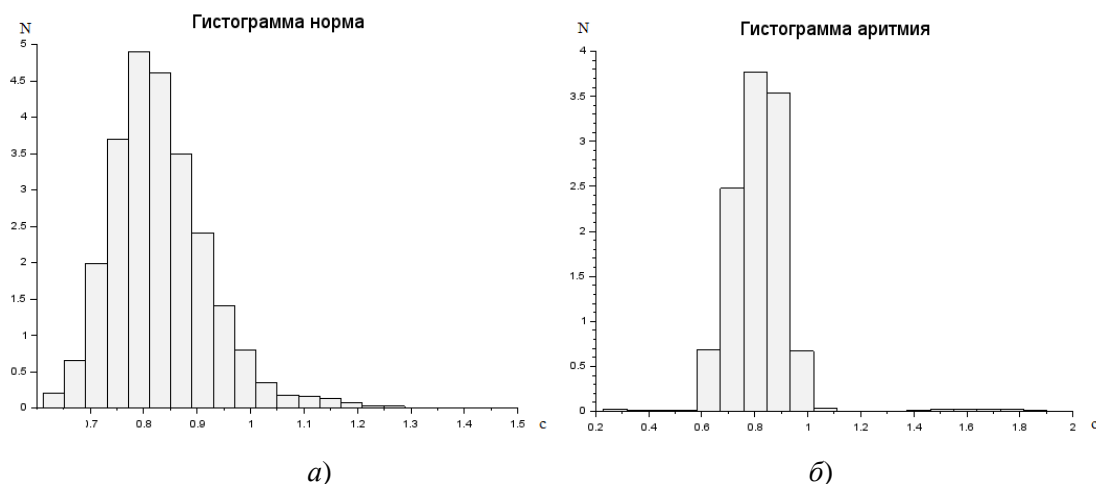


Рис. 2. Графики гистограммы:
а – здорового человека; б – больного аритмией

Исходя из результатов полученных расчетов можно сделать вывод, что показания здорового и больного аритмией человека на каждой из исследуемых характеристик сильно разнятся. Из показаний видно, что у здорового человека значение СКО гораздо меньше, чем у больного. Также можно заметить, что количество пар последовательных RR-интервалов, отличающихся более чем на 50 мс в разы больше у здорового человека. На графиках ритмограммы и гистограммы также наблюдается существенная разница в вариабельности сердечного ритма. Полученные результаты подтверждают эффективность использования исследуемых методов для оценки состояния здоровья человека.

Список литературы

1. Попандопуло А. Вариабельность сердечного ритма (BCP) – методы и результаты анализа // Университетская клиника. URL: <https://unclinic.ru/variabelnost-serdechnogo-ritma-vsr-metody-i-rezultaty-analiza/> (дата обращения: 02.10.2023).

2. Вариационная ритмокардиография ВРКГ // Медицинский центр Валео-мед. URL: <https://valeo22.ru/tekhnologii-centra/valeo-tekhnologiya/variacionnaya-ritmokardiografiya/> (дата обращения: 02.10.2023)

3. Safronov M., Kuzmin A., Bodin O. [et al.]. Mobile ECG Monitoring Device with Bioimpedance Measurement and Analysis // Conference of Open Innovations Association, FRUCT. 2019. No. 24. P. 375–380.

4. Кузьмин А. В., Митрохина Н. Ю., Вдовикина О. А. Лабораторный практикум по основам компьютерных технологий в математике на базе пакета *SCILab* : учеб. пособие. Пенза : ПГУ, 2012. 91с.

УДК 004.65

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ЗНАНИЙ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ВРАЧА-РЕФЛЕКСОТЕРАПЕВТА

А. Д. Касимовская¹, А. С. Бождай²

^{1,2}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹kasal9@gmail.com

²bozhday@yandex.ru

Аннотация. Рассматриваются вопросы разработки базы знаний интеллектуальной системы для врача-рефлексотерапевта. Приведен сравнительный анализ аналогов для усовершенствования и учета недостатков. Применен классический трехэтапный подход к проектированию базы данных, и разработаны инфологическая, логическая и физическая модели. Разработана структура системы. Описаны функции системы, определены задачи для разработки.

Ключевые слова: базы знаний, информационная система, функции системы, разработка, китайская медицина

DEVELOPMENT OF KNOWLEDGE BASES FOR AN INTELLIGENT SYSTEM REFLEXOLOGIST SUPPORT

A. D. Kasimovskaya¹, A. S. Bozhday²

^{1,2}Penza State University, Penza, Russia

¹kasal9@gmail.com

²bozhday@yandex.ru

Abstract. The article is devoted to the development of a knowledge base of an intelligent system for a reflexologist. A comparative analysis was carried out to make changes and take into account shortcomings. A classic three-stage approach to database design was applied and infological, logical and graphical models were developed. The structure of the system has been developed. The system's functions and development challenges are described.

Keywords: knowledge base, information system, system function, development, Chinese medicine

В последнее время, китайская медицина [4] набирает популярность в развитых странах. Но на данный момент за пределами КНР, из-за раннего предпочтения медикаментозному лечению, существует очень маленькое количество аналогов в данной сфере и многие из них ограничены в своем доступе. Поэтому в данной предметной области будет востребована разработка и усовершенствование различных информационно-справочных и обучающих систем для поддержки врач-рефлексотерапевта. Такие программные продукты помогут ускорить процесс диагностики состояния и лечения пациента, а также послужит источником для быстрого получения справочной информации. Цель данной статьи заключается в описании процесса разработки компонентов базы знаний для подобного рода систем, а также в рассмотрении существующих доступных разработок для врачей-рефлексотерапевтов.

Рассмотрим существующие доступные аналоги:

«Acupuncture Assistant» [5] представлен как справочник по точкам традиционной китайской медицины и советы по лечению, основанные на симптоматике. Имеет полное описание 390 акупунктурных точек с иллюстрациями. Каждая точка включает: исходное китайское название, значение названия, категорию точки, местонахождения точки с качественным изображением, действия точки, показания к использованию точки, область воздействия точки, принадлежность к меридиану. Эти данные синхронизируются между устройствами и доступны при поиске. Также есть поиск точек по признакам, симптомам и характеристикам. Этот аналог почти идеален в своем исполнении, но у него есть как минимум один минус – многие важные функции становятся доступными только в платной версии.

«Massage Maps» [6] представляет собой электронный набор рефлексологических схем для массажа. В приложении показан эффективный альтернативный способ массажа с мануальным воздействием на области частей тела. Совокупность органов представлена анатомическими картами. Приложение включает: схемы рефлексологии для разных частей тела, навигацию по картам, изображение частей тела в различных ракурсах, список органов и симптомов для каждой карты, возможность поиска нужного органа или симптома с переходом к соответствующей рефлекторной зоне на карте. В данном аналоге доступно бесплатно лишь две области: стопы и кисти рук. Также пользователю не предоставлено возможности делать заметки.

«Foot Reflexology Chart» [7] показывает набор областей точек стоп с указанием принадлежности к ним симптомов. Есть список, по которому можно наглядно увидеть выделенные области точек при выборе симптома. Преимущество этого аналога в представлении стоп в 3D модели. Но минусов намного больше – например, рассмотрение только стоп, нет функции поиска точек и симптомов по ключевым словам, нет никаких пояснений и инструкций.

Основными компонентами базы знаний являются база данных (БД), система управления (СУБД) и вспомогательные справочники. Для формализации предметной области разработана инфологическая модель в виде диаграммы «Сущности-связи» (ERD, Entity Relationship Diagram), с последующей реализацией логической и физической моделей БД.

Инфологическая модель – это обобщенное представление всех пользователей и приложений базы данных, как правило, с использованием ER-модели «сущность-связь». Сущность – это любой различимый объект предметной области,

факт, явление, событие, идея, или предмет, информацию о котором необходимо хранить в базе данных [1–3]. Предлагаемая инфологическая модель показана на рис. 1.

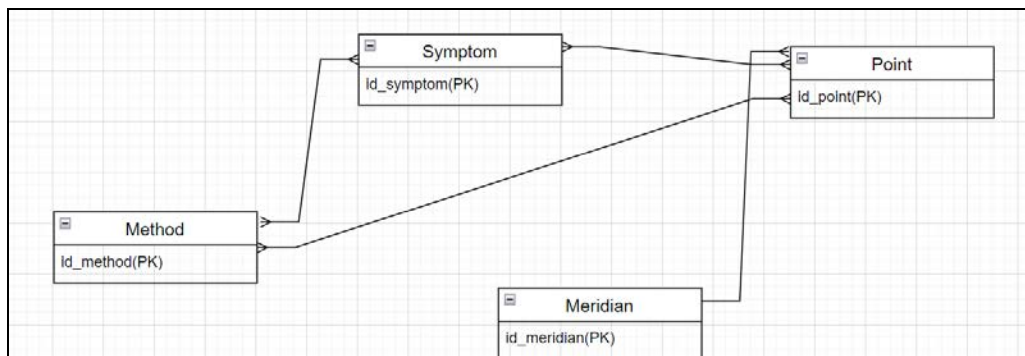


Рис. 1. Инфологическая модель (PK-Primary Key)

Анализ предметной области позволил выделить четыре основных сущности. Сущность «Симптом» позволяет определить и формализовать признаки заболевания. Сущность «Точки» способствует определению и пояснению точки. Сущность «Меридиан» предоставляет представление меридианы и ее определение. Сущность «Метод» позволяет определить и рассматривать способ лечения.

Рассмотрим логическую структуру данных (рис. 2). Логическая модель – это расширение концептуальной модели данных, при котором каждая из сущностей заменяется таблицей с полями данных, включающей сущности, атрибуты, ключи и взаимосвязи, описывая тем самым способы структурирования данных и определяя правила взаимодействия сущностей.

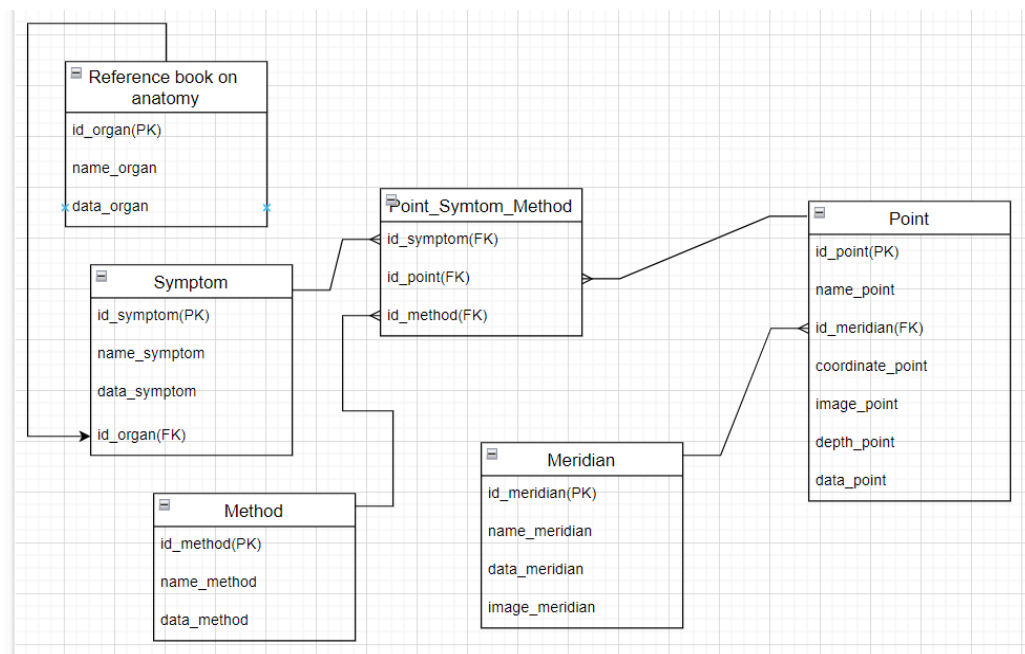


Рис. 2. Логическая модель (PK-Primary Key, FK-Foreign Key)

Таблицы «Симптом», «Метод» и «Точки» связаны между собой связями типа «многие ко многим», так как каждый метод лечения связан с множеством акупунктурных точек и разными способами воздействия на них. Это отражает тот факт, что на точку можно воздействовать разными методами (массаж, иглоукалывание, тепловое воздействие) для устранения конкретного болезненного симптома.

Сущность «Меридиан» связана с множеством сущностей вида «Точка», поэтому здесь использовалась связь типа «один ко многим», аналогичная связь у таблиц «Reference book on anatomy» и «Symptom».

Таблица «Симптом» содержит информацию о симптоматических проявлениях недомогания и возможных рефлексотерапевтических реакциях врача. Таблица «Метод» включает данные, описывающие методы рефлексотерапевтического воздействия и особенности их использования. Таблица «Точки» описывает местонахождение акупунктурной точки, принадлежность к меридиану, оптимальную глубину воздействия на нее, рисунок для наглядной локализации и дополнительную необходимую справочную информацию. Таблица «Меридиан» включает описание соответствующего меридиана, его связь с органами тела, а также наглядный рисунок, показывающий его расположение. Таблица «Reference book on anatomy» представляется как справочник по анатомии.

Разрабатываемое программное обеспечение должно представлять собой web-приложение, включающее базу знаний, основанную на разработанной базе данных, СУБД и электронных справочных данных для поддержки деятельности врача-рефлексотерапевта. Приложение будет предоставлять как информационно-справочные, так и обучающие функции.

В число основных полезных функций входят: отображение данных в наглядном структурированном виде, формирование и обработка запросов пользователя к базе данных и отображение результата, добавление собственных заметок врача к описанию (в виде комментария).

Входными данными являются запросы пользователя к базе данных, которые поступают и обрабатываются СУБД: симптом (при опросе пациента врач может опираться на симптомы), орган (проблемой может стать конкретный орган), точка воздействия (в качестве информационной поддержки, врач может получить справочную информацию о точке для понимания как она может повлиять на организм). Кроме того, входными данными могут выступать особые комментарии пользователя, которые записываются в особый раздел данных.

Выходными данными являются результаты обработки запроса. Например, описание решения проблемы пациента всеми подходящими методами с противопоказаниями и ограничениями. Таким образом, общая схема взаимодействия на уровне данных выглядит следующим образом: Область заболевания → Более точное определение проблемы (с описанием и рекомендациями) → Точка воздействия (с описанием и рекомендациями) → Локация точки (с описанием и рекомендациями).

Таким образом, предлагаются подходы к разработке базы знаний, предназначенной для создания качественной, доступной, логически понятной и полезной информационно-справочной системы, реализующей справочные и обучающие функции для эффективной информационной поддержки врача-рефлексотерапевта. Проведен анализ существующих аналогов, приняты решения о функциональном составе системы, разработана концептуально-логическая модель базы знаний и ее составляющих.

Список литературы

1. Кара-Ушанов В. Ю. SQL – язык реляционных баз данных : учеб. пособие. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. 156 с.
2. Кириллов В. В., Громов Г. Ю. Введение в реляционные базы данных. СПб. : БХВ-Петербург, 2009. 464 с.
3. Сергеева Т. И., Сергеев М. Ю. Базы данных: модели данных, проектирование, язык SQL : учеб. пособие. Воронеж : Воронеж. гос. техн. ун-т, 2012. 233 с.

4. Джованни Мачоча. Основы китайской медицины. Подробное руководство для специалистов по акупунктуре и лечению травами : пер. с англ. : в 3 т. М. : Рид Элсивер, 2011. Т. 1. 400 с.

5. Acupuncture Assistant. URL: <https://apps.apple.com/ru/app/%D0%B0%D1%81%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BD%D1%82-%D0%BF%D0%BE-%D0%B8%D0%B3%D0%BB%D0%BE%D1%83%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D1%8B%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8E/id878888782> (дата обращения: 11.10.2023).

6. Massage Maps. URL: <https://apps.apple.com/ru/app/massage-maps-%D1%80%D0%B5%D1%84%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F/id937929055> (дата обращения: 11.10.2023).

7. Foot Reflexology Chart. URL: <https://apps.apple.com/ru/app/foot-reflexology-chart/id929033534> (дата обращения: 11.10.2023).

УДК 004.9

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА GRADIENT BOOSTING ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ АКТИВНОСТИ ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ ДАННЫХ АКСЕЛЕРОМЕТРА

Н. А. Киреев¹, А. Д. Кильчанова²

^{1,2}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹kireevn357@gmail.com

²kilarin0309@gmail.com

Аннотация. Рассматривается оценочный анализ метода машинного обучения Gradient Boosting с целью классификации активности человека на основе данных, полученных с акселерометра. Акселерометры широко применяются в различных областях, таких как медицина, спорт и мобильные приложения, для мониторинга физической активности. Исследование включает в себя процесс сбора данных, обучения моделей и оценки их эффективности на примере классификации пяти различных видов активности.

Ключевые слова: акселерометр, машинное обучение, Gradient Boosting, исследование, активность, анализ, классификация

APPLICATION OF THE GRADIENT BOOSTING METHOD TO CLASSIFY HUMAN ACTIVITY BASED ON ACCELEROMETER DATA

N. A. Kireev¹, A. D. Kilchanova²

^{1,2}Penza State University, Penza, Russia

¹kireevn357@gmail.com

²kilarin0309@gmail.com

Abstract. This research is dedicated to the evaluative analysis of the Gradient Boosting machine learning method for the purpose of classifying human activity based

on data obtained from an accelerometer. Accelerometers are widely used in various fields such as medicine, sports, and mobile applications for monitoring physical activity. The study encompasses data collection, model training, and the evaluation of their effectiveness in classifying five different types of activities.

Keywords: accelerometer, machine learning, Gradient Boosting, research, activity, analysis, classification

В современном мире проблема определения физической активности человека становится все более актуальной. Забота о здоровом образе жизни и физической активности становятся важной частью современной культуры. В этом контексте акселерометры, доступные практически каждому через смартфоны и носимые устройства, представляют собой удобное средство для мониторинга и анализа физической активности [1].

Акселерометры являются устройствами, способными измерять ускорение, которому подвергается объект. Их широкое использование в медицине, спорте и мобильных приложениях делает их незаменимым инструментом для сбора данных о физической активности.

Как и в случае с другими носимыми устройствами, такими как устройства мониторинга ЭКГ [2], использование акселерометров, закрепленных на теле человека, для получения биомедицинских данных и их анализ полученных требует применения специализированных алгоритмов. К таким алгоритмам относятся алгоритмы машинного обучения, которые в настоящее время широко используются для решения задач классификации данных и прогнозирования [3, 4].

Целью данного исследования является оценка применения метода машинного обучения Gradient Boosting в задаче классификации активности человека на основе данных акселерометра.

Важно отметить, что данное исследование не включает в себя этапы предобработки и подготовки данных, так как метод машинного обучения Gradient Boosting способен обрабатывать «сырые» данные. Это делает применение метода простым и эффективным, исключая необходимость предварительной обработки данных, которая часто представляет собой отдельную сложную задачу, решение которой оказывает значительное влияние на результат.

Для проведения данного исследования были использованы данные, полученные с акселерометра, размещенного на запястье добровольцев [2]. Эти данные представляли собой временные ряды ускорения, полученные во время выполнения различных видов физической активности [1]. Всего было выделено пять классов активности:

- работа за компьютером: этот класс включает в себя активности, связанные с работой за компьютером или другими устройствами, такие как печать, навигация по интернету и использование приложений;
- легкая пробежка: в этот класс входят активности, связанные с бегом на небольшое расстояние с низкой интенсивностью;
- занятие спортом: этот класс включает в себя различные виды физических упражнений, такие как футбол, баскетбол, теннис и другие виды спорта;
- приготовление пищи: в этот класс входят активности, связанные с приготовлением еды, такие как нарезка овощей, готовка на плите и другие кулинарные действия;
- положение лежа: этот класс включает в себя активности, связанные с положением лежа, такие как отдых или сон.

Каждый класс активности имеет свои уникальные характеристики ускорения, что делает задачу классификации более сложной и интересной. Важно отме-

тять, что данные были записаны на добровольных участниках, что обеспечивает реалистичность исследования, так как активности соответствуют повседневной жизни людей [4].

Эти данные представляют собой основу для обучения и тестирования моделей машинного обучения, и анализ их характеристик позволяет понять, какие признаки ускорения наиболее информативны для корректной классификации различных видов активности.

Gradient Boosting – это метод ансамблирования, который строит деревья решений последовательно. Основная идея заключается в том, что каждое новое дерево строится так, чтобы исправить ошибки предыдущих деревьев. Gradient Boosting уделяет особое внимание наиболее сложным для классификации примерам.

Процесс обучения Gradient Boosting можно представить в виде следующих шагов:

- сначала обучается первое дерево решений на обучающей выборке;
- затем вычисляются ошибки предсказания первого дерева и строится второе дерево, которое пытается скорректировать эти ошибки;
- процесс продолжается с построением последующих деревьев, каждое из которых учитывает ошибки предыдущих;
- окончательное предсказание получается путем комбинирования предсказаний всех деревьев;

Gradient Boosting позволяет построить сильную модель, комбинируя слабые модели, и может достигать высокой точности в задачах классификации.

После проведения обучения и тестирования моделей машинного обучения на данных акселерометра были получены следующие результаты:

Модель Gradient Boosting показала следующие результаты:

- accuracy (Точность): 77.5 % – этот показатель также измеряет долю правильно классифицированных примеров от общего числа примеров в выборке;
- precision, recall и f1-score: для каждого класса также были вычислены метрики Precision (точность), Recall (полнота) и F1-score. Полученные параметры для каждого из пяти классов показаны на рис. 1.

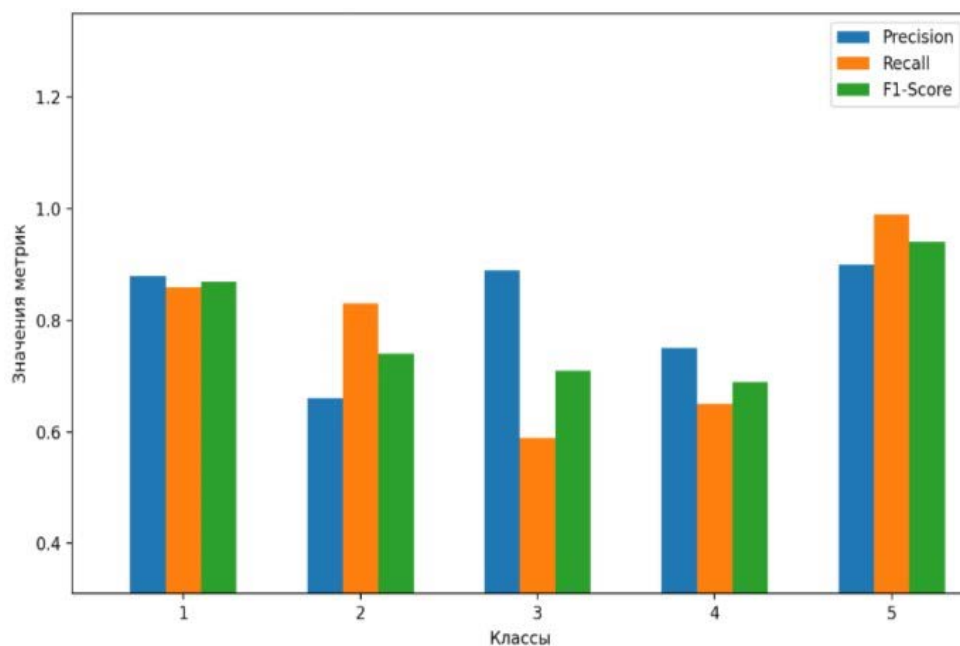


Рис. 1. Отчет о классификации (Gradient Boosting)

Модель Gradient Boosting продемонстрировала высокие значения метрик precision, recall и F1-score для классов «Положение лежа» и «Работа за компьютером». Это говорит о том, что она хорошо справилась с классификацией активностей, требующих высокой точности и полноты. Например, это может быть важно при мониторинге состояния пациентов в медицинских приложениях.

В данной статье был проведен оценочный анализ метода машинного обучения Gradient Boosting для классификации физической активности человека на основе данных акселерометра.

На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы. Получились высокие значения precision, recall и F1-score для классов «Положение лежа» и «Работа за компьютером», что указывает на хорошую точность и полноту в этих классах. В целом следует отметить недостаточно высокую общую точность Gradient Boosting (77.5 %). Таким образом решение поставленной задачи требует дальнейших исследований.

Список литературы

1. Mannini A., & Sabatini A. M. Machine learning methods for classifying human physical activity from on-body accelerometers // Sensors. 2010. № 10 (2). P. 1154–1175.
2. Safronov M., Kuzmin A., Bodin O. [et al.]. Mobile ECG Monitoring Device with Bioimpedance Measurement and Analysis // Conference of Open Innovations Association, FRUCT. 2019. No. 24. P. 375–380. doi: 10.23919/FRUCT.2019.8711944
3. Mitrokhin M., Kuzmin A., Dyatlov N. [et al.]. Investigation of Models for Prognosis of Critical Values of Non-Invasive Electrophysiological Parameters of Pregnant Women with Abnormalities of Heart Rate // Conference of Open Innovations Association, FRUCT. 2017. No. 21. P. 238–243. doi: 10.23919/FRUCT.2017.8250188
4. Кузнецова О. Ю., Кузнецов Р. Н., Кузьмин А. В. Реализация ансамблевого метода машинного обучения для прогнозирования послеоперационных осложнений // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2023. № 2. С. 193–202. doi: 10.21685/2227-8486-2023-2-13

УДК 004.9

ПРЕДОБРАБОТКА ДАННЫХ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ЛИНЕЙНЫХ МЕТОДОВ КЛАССИФИКАЦИИ АКТИВНОСТИ ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ ДАННЫХ АКСЕЛЕРОМЕТРА

Н. А. Киреев¹, А. Д. Кильчанова²

^{1,2}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹kireevn357@gmail.com

²3kilarin0309@gmail.com

Аннотация. Рассматривается вопрос улучшения точности линейных методов классификации активности человека на основе данных акселерометра. Исследовано влияние предобработки данных на результаты классификации, и продемон-

стрировано, что правильная обработка данных может значительно повысить точность моделей. Описаны шаги предобработки данных, включая фильтрацию шума, нормализацию, сглаживание и извлечение признаков. В результате исследований достигнута точность классификации на уровне 84 %, что свидетельствует о потенциале линейных методов в задачах мониторинга физической активности.

Ключевые слова: акселерометр, машинное обучение, исследование, физическая активность, анализ, классификация, точность, предобработка данных, модель, линейный метод

DATA PREPROCESSING TO IMPROVE THE ACCURACY OF LINEAR METHODS FOR CLASSIFYING HUMAN ACTIVITY BASED ON ACCELEROMETER DATA

N. A. Kireev¹, A. D. Kilchanova²

^{1,2}Penza State University, Penza, Russia

¹kireevn357@gmail.com

²3kilarin0309@gmail.com

Abstract. This scientific article addresses the issue of improving the accuracy of linear methods for classifying human activity based on accelerometer data. We investigated the impact of data preprocessing on classification results and demonstrated that proper data preprocessing can significantly enhance model accuracy. We also described the steps of data preprocessing, including noise filtering, normalization, smoothing, and feature extraction. As a result of our research, we achieved a classification accuracy of 84%, highlighting the potential of linear methods in physical activity monitoring tasks.

Keywords: accelerometer, machine learning, research, physical activity, analysis, classification, accuracy, data preprocessing, model, linear method

В современном мире мониторинг физической активности человека приобретает все большее значение. Здоровый образ жизни и забота о физической активности становятся неотъемлемой частью современной культуры. Акселерометры, доступные практически каждому через смартфоны и носимые устройства, представляют собой удобное средство для мониторинга и анализа физической активности.

Цель данной исследовательской работы заключается в улучшении точности линейных методов классификации активности человека на основе данных акселерометра. Был рассмотрен процесс предобработки данных и его влияние на точность модели классификации.

Для данного исследования были использованы данные, собранные с акселерометра, закрепленного на запястье добровольных участников. Эти данные включали временные ряды ускорения, связанные с различными видами активности, такими как "Работа за компьютером", "Легкая пробежка", "Занятие спортом", "Приготовление пищи", и "Положение лежа".

Использование методов машинного обучения для классификации различных видов данных является широко используемым и эффективным подходом [1, 2]. При этом результаты работы классификатора зависят от качества исходных данных. Перед обучением линейных моделей классификации данные были подвергнуты предварительной обработке. Этот этап включал в себя следующие шаги:

– для улучшения качества данных была проведена фильтрация шума в исходных временных рядах акселерометра. Шум может внести искажения и ухудшить производительность модели;

– временные ряды акселерометра были нормализованы и сглажены для уменьшения колебаний и упрощения последующего анализа. Это позволило сделать данные более пригодными для линейных методов;

– извлечение характеристических признаков из временных рядов акселерометра. Эти признаки включали статистические характеристики, такие как среднее значение и стандартное отклонение, а также частотные характеристики, полученные с помощью преобразования Фурье. Это позволило уменьшить размерность данных и сохранить важную информацию;

– были использованы линейные методы, такие как логистическая регрессия и метод опорных векторов. Модели были обучены на обработанных данных и затем протестированы на отдельном тестовом наборе данных, который не использовался в процессе обучения [3].

После проведения экспериментов были получены следующие результаты:

– точность моделей классификации увеличилась до 84 %, что говорит о значительном улучшении производительности по сравнению с исходными данными;

– модели линейной классификации, такие как логистическая регрессия и метод опорных векторов, продемонстрировали высокую точность при правильной предобработке данных;

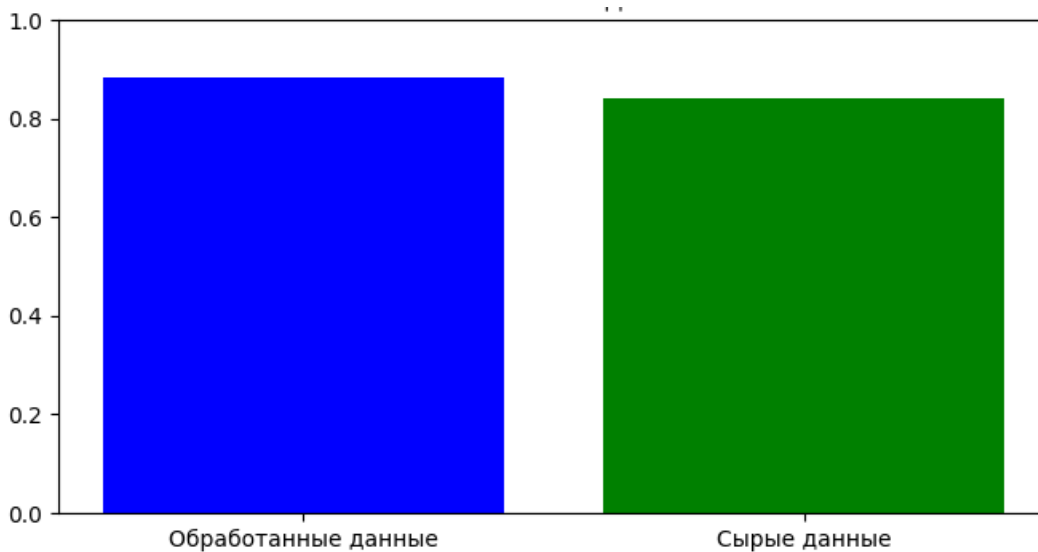


Рис. 1. Точность обработанных и сырых данных

– предобработка данных, включая фильтрацию шума, нормализацию, сглаживание временных рядов и извлечение признаков, сыграла ключевую роль в улучшении производительности моделей. Это подчеркивает важность этапа предобработки в задачах классификации активности на основе данных акселерометра [4].

В данной работе было продемонстрировано, что правильная предобработка данных способствует значительному улучшению точности линейных методов классификации активности человека на основе данных акселерометра. Это имеет важное значение для создания надежных систем мониторинга физической активности и способствует развитию здорового образа жизни. Дальнейшие исследования могут включать в себя оптимизацию процесса предобработки данных и адаптацию моделей к конкретным сценариям использования.

Список литературы

1. Мельник О. В., Саблина В. А., Черненко А. Д. Распознавание микровыражений лица с использованием классификаторов на основе методов машинного обучения // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2023. № 1. С. 125–135. doi: 10.21685/2227-8486-2023-1-8
2. Полозов А. А., Штарк М. П., Полозова К. А., Мальцева Н. А., Ахметзянов А. Р. Определение типа характера личности сверточной нейронной сетью на примере методики ММРІ // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2023. № 1. С. 149–163. doi: 10.21685/2227-8486-2023-1-10
3. Huang Z. Extensions to the k-means algorithm for clustering large data sets with categorical values // Data Mining and Knowledge Discovery. 1998. № 2 (3). P. 283–304.
4. Bagnall A., Lines J., Bostrom A., Large J., Keogh E. The great time series classification bake off: a review and experimental evaluation of recent algorithmic advances // Data Mining and Knowledge Discovery. 2017. № 31 (3). P. 606–660.

УДК 004.9

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБНАРУЖЕНИЯ ИШЕМИИ НА АНАЛИЗЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ

Г. К. Олейников

*Пензенский государственный технологический университет,
Пенза, Россия*

glebpenza97@gmail.com

Аннотация. Компьютерные технологии обнаружения ишемии на основе анализа электрокардиограммы (ЭКГ) играют все более важную роль в области медицины и кардиологии. Эффективное обнаружение ишемии с помощью компьютерных технологий обеспечивает диагностику и мониторинг сердечно-сосудистых заболеваний. Компьютерные алгоритмы могут автоматизировать процесс, направленный на выявление ишемии. Преимущества компьютерных технологий включают автоматизацию и повышение точности обнаружения, стандартизацию методов обнаружения и создание возможности для мониторинга и ранней диагностики сердечно-сосудистых заболеваний. Дальнейшие исследования и разработки в области компьютерных технологий обнаружения ишемии могут привести к улучшению точности и надежности диагностики, способствуя более эффективному лечению ишемических состояний сердца.

Ключевые слова: ишемия, компьютерные технологии, сердечно-сосудистой системы, электрокардиограмма

COMPUTER TECHNOLOGIES FOR DETECTION OF ISCHAEMIA ON ECG ANALYSIS

G. K. Oleynikov

Penza State Technological University, Penza, Russia

glebpenza97@gmail.com

Abstract. Computer-based ischaemia detection technologies based on ECG analysis are playing an increasingly important role in the field of medicine and cardiology. Efficient ischaemia detection using computer technology provides diagnosis and monitoring of cardiovascular diseases. Computer algorithms can automate the process of analysing and detecting ischaemia. The benefits of computer technology include automating and improving detection accuracy, standardising detection methods and enabling monitoring and early diagnosis of cardiovascular disease. Further research and development in computer-aided ischaemia detection technologies may lead to improved diagnostic accuracy and reliability, contributing to more effective treatment of ischaemic cardiac conditions.

Keywords: Ischaemia, computer technology, cardiovascular system, electrocardiogram

Компьютерные технологии обнаружения ишемии становятся все более важными в области медицины и кардиологии. Ишемическая болезнь сердца относится к заболеваниям сердечно-сосудистой системы и является широко распространенной патологией [1]. Развитие ишемии происходит быстро и может вызывать тяжелые последствия для пациента – инфаркт миокарда, смерть и сердечную недостаточность. Наиболее эффективное обнаружение ишемии возможно осуществить с помощью компьютерных технологий на анализе электрокардиограммы (ЭКГ) [1], которая обеспечивает диагностику и мониторинг сердечно-сосудистых заболеваний.

Анализ ЭКГ позволяет выявить нарушения его ритма и проводимости, а также определения наличия или отсутствия ишемии [2]. С помощью компьютерных алгоритмов можно автоматизировать процесс, направленный на выявление ишемии, обеспечить ряд преимуществ в обнаружении сердечно-сосудистых заболеваний:

1. Автоматизация и повышение точности позволят повысить эффективность методов обработки электрокардиосигнала (ЭКС) и работать с большим объемом данных [3].

2. Стандартизация включает в себя различные стандартизированные методы и критерии для обнаружения сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) [4]. Компьютерные технологии позволят достичь более объективной диагностики определения ишемии.

3. Мониторинг и ранняя диагностика используется для выявления различных сердечно-сосудистых заболеваний на раннем этапе, может помочь при диагностике ишемии и своевременному принятию мер по их предотвращению. Это происходит благодаря контролю отклонений электрических характеристик миокарда от нормы в области самых ранних проявлений, недоступных для традиционных методов ЭКГ-анализа [5].

Существуют различные методы для выявления ишемии. Такие как:

1. Амплитудный метод это подход основан на изучении формы и длительности при различных сегментах ЭКГ. Смещение сегмента ST выше или ниже изо-

линии в зависимости от характера и места повреждения может говорить о наличии ишемической болезни сердца. Субэндокардиальное повреждение сопровождается смещением ST сегмента ниже изолинии, а субэпикардиальное повреждение выше изолинии. Алгоритмы позволяют проанализировать изменение амплитуды и формы ST сегмента и сравнить их с нормальными значениями [6].

2. Спектральный анализ проводят с целью оценки измерения амплитудно-частотных характеристик определенного участка кардиосигнала. С помощью спектрального анализа или вейвлет-преобразования можно определить наличие ишемии [7].

3. Машинное обучение подразумевает наличие искусственного интеллекта (ИИ) позволяет автоматизировать обработку и анализ больших данных, благодаря этому он может подмечать неочевидные закономерности и извлекать новые данные [8, 9]. Основным критерий искусственного интеллекта является имитация мыслительного процесса человека, обучаемость, а также хранение знаний. Существуют методы, которые используются для диагностики и лечения кардиологических заболеваний: выявления предикторов развития ССЗ, прогнозирования их клинического течения, стратификации риска, повышения эффективности лечения [10].

Большинство методов анализа ЭКГ требуется идентификации и классификации ишемическую болезнь сердца, а также критерии риска ССЗ, которые формируют базы данных [11]. Изучение большого количества данных может стать трудной задачей в связи с тем, что медицинские данные являются конфиденциальной информацией. Для нивелирования данной проблемы необходимо разработать правила и процедуры, которые помогли бы собирать медицинские данные и соблюдать этические нормы и федеральные законы [12]. Анонимизация данных и соблюдение конфиденциальности упрости ли бы доступ к данным для дальнейших исследований.

В области анализа ЭКГ существует ряд программных средств позволяющих обнаруживать ишемию и данные для анализа. Среди них:

- PhysioNet исследовательский ресурс для хранения сложных физиологических сигналов и программ с открытым исходным кодом [13];

- UCI (University of California, Irvine) хранилище данных для машинного обучения, представляющий набор различных баз данных. Они используются в качестве источника информации для разработки и апробации алгоритмов машинного обучения [14];

- Cardiovascular Signal Toolbox это модульная программа с открытым исходным кодом для расчета variability сердечного ритма (BCR), реализованная в Matlab с научно обоснованными алгоритмами и форматами вывода. Toolbox совместим с 64-битным MATLAB [15].

Компьютерные технологии, позволяющие обнаружить ишемические изменения на основе ЭКГ, являются эффективным способом ранней диагностики болезней сердца. Временные параметры, спектральные и амплитудные методы позволяют исследовать различные сегменты ЭКГ. Машинное обучение позволит выявить признаки тахикардии, аритмии и ишемии. Последующие разработки и изыскания области компьютерных технологий позволят улучшить точность и надежность диагностики, что способствует более эффективному лечению ишемических состояний сердца.

Список литературы

1. Красичков А. С. Методологическое обеспечение автоматизированной системы тревожной сигнализации при развитии ишемии миокарда : автореф. дис. ... д-ра техн. наук. СПб., 2016. 22 с.

2. Аркод. URL: <https://u.to/LPIGIA> (дата обращения: 15.10.2023).
3. Калининченко А. Н. Компьютерные методы автоматического анализа ЭКГ в системах кардиологического наблюдения : автореф. дис. ... д-ра техн. наук. СПб., 2008. 32 с.
4. Рекомендации по стандартизации и интерпретации электрокардиограммы. URL: clck.ru/367MhM (дата обращения: 15.10.2023).
5. Нуфтиева А. И., Ешманова А. К., Соколов А. Д. [и др.]. Ранняя диагностика сердечно-сосудистых заболеваний на догоспитальном этапе // Вестник Казахского национального медицинского университета. 2016. № 4. С. 59–63.
6. ЭКГ диагностика ишемии и инфаркта миокарда / сост.: А. В. Синьков, Г. М. Синькова / ГБОУ ВПО ИГМУ Минздрава. Иркутск : ИГМУ, 2015. 15 с.
7. Медицинские компьютерные системы. URL: <https://u.to/IPQGIA> (дата обращения: 16.10.2023).
8. Johnson K. W., Torres S. J., Glicksberg B. S. [et al.]. Artificial Intelligence in Cardiology // J. Am. Coll. Cardiol. 2018. № 71 (23). P. 2668–2679. doi: 10.1016/j.jacc.2018.03.521
9. Geltser B. I., Tsivanyuk M. M., Shakhgelyan K. I. [et al.]. Machine learning for assessing the pretest probability of obstructive and non-obstructive coronary artery disease // Russian Journal of Cardiology. 2020. № 25 (5). P. 3802.
10. Krittanawong C., Zhang H., Wang Z. [et al.]. Artificial Intelligence in Precision Cardiovascular Medicine // J. Am. Coll. Cardiol. 2017. № 69(21). P. 2657–2664. doi: 10.1016/j.jacc.2017.03.571
11. Гельцер Б. И., Циванюк М. М., Шахгельдян К. И., Рублев В. Ю. Методы машинного обучения в оценке предтестовой вероятности обструктивных и необструктивных поражений коронарного русла // Российский кардиологический журнал. 2020. Т. 25, № 5. С. 99–105. doi: 10.15829/1560-4071-2020-3802
12. Информация о защите персональных данных пациента. URL: <https://u.to/3vQGIA> (дата обращения: 16.10.2023).
13. Goldberger A. L., Amaral L., Glass L. [et al.]. PhysioBank, PhysioToolkit, and PhysioNet: Components of a New Research Resource for Complex Physiologic Signals // Circulation. 2000. № 01(23). P. e215–e220. doi: 10.1161/01.cir.101.23.e215
14. UCI Machine Learning Repository. Available from. URL: <http://archive.ics.uci.edu/ml>. (дата обращения: 16.10.2023).
15. PhysioNet. URL: <https://physionet.org/content/pcst/1.0.0/> (дата обращения: 16.10.2023).

УДК 004.9

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ДИЕТЫ

А. Ю. Пичугин¹, М. В. Савельев², С. А. Пудовкин³

^{1,2,3}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹andrey.pichugin.0127@gmail.com

²tsee3333@gmail.com

³sergey_pudovkin17@mail.ru

Аннотация. Исследование направлено на изучение информационных систем, разработанных для индивидуального планирования диеты. Такие системы

помогают пользователю грамотно составлять индивидуальный рацион питания. В систему входят различные функции, такие как расчет калорийности, жира и углеводов, отображение пищевого рациона в виде графика и диаграммы. Информационная система повышает качество питания людей и поддержания здорового образа жизни населения.

Ключевые слова: диета, автоматизированная система, система планирования диетического питания

INFORMATION SYSTEMS FOR INDIVIDUAL DIET PLANNING

A. Y. Pichugin¹, M. V. Savelyev, S. A. Pudovkin

^{1,2,3}Penza State University, Penza, Russia

¹andrey.pichugin.0127@gmail.com

²tsee3333@gmail.com

³sergey_pudovkin17@mail.ru

Abstract. The research in this article is aimed at studying information systems developed for individual diet planning. Such systems help the user to competently make an individual diet. The system includes various functions, such as the calculation of calories, fat and carbohydrates, the display of the diet in the form of a graph and diagram. The information system improves the quality of people's nutrition and the maintenance of a healthy lifestyle of the population.

Keywords: diet, automated system, dietary planning system

На сегодняшний день правильное питание играет все более важную роль, однако не всегда легко составить сбалансированный рацион самостоятельно. Информационные системы для индивидуального планирования диеты предоставляют возможность эффективно планировать питание, учитывая особенности организма пользователя, а также рекомендации по потреблению калорий и питательных веществ [1].

Информационные системы для индивидуального планирования диеты предоставляют пользователю ряд функций, которые помогают эффективно составить рацион и контролировать потребление питательных веществ. Вот некоторые из них:

1. Система позволяет пользователю отслеживать количество потребляемых калорий, что помогает контролировать свой вес и поддерживать оптимальный уровень активности.

2. Система предлагает ряд готовых планов питания, учитывающих различные рекомендации по диетам. Пользователь также может создать свой собственный план, выбрав продукты и их количество.

3. Учет питания детали: система учитывает предпочтения пользователя в пище, аллергии и другие особенности, такие как религиозные или этические убеждения, чтобы предоставить персонализированное планирование питания.

4. Информационная система позволяет отслеживать и записывать потребление пищи, включая продукты, количество и время приема пищи. Это помогает пользователям контролировать свое питание и осознавать свои ежедневные пищевые привычки.

5. Система предоставляет графики, диаграммы и другие визуальные представления пищевого рациона, что помогает пользователям лучше понимать и анализировать свое питание [2].

На сегодня существует огромное количество различных систем планирования диеты и питания.

Системы зарубежного производства, в том числе и профессиональные, при всей их известности и широком спектре функциональных возможностей имеют в условиях нашей страны существенные недостатки, в том числе отсутствие русскоязычного интерфейса и сведений о российских продуктах питания. Это делает их применение невозможным без предварительной доработки и загрузки дополнительных данных.

Самыми популярными на сегодня являются программы: «Правильное питание», «Диетолог» и «Домашний диетолог». Общими характеристиками этих программ является минимализм функций и простота экранных форм. При этом такие свойства, как пополняемый состав продуктов и блюд, широкий набор характеристик пищевой ценности, различные категории питающихся, работа через интернет не включены в их состав [3].

Также следует отметить, что серьезной методологической проблемой является то, что все опросные методики учитывают лишь средние значения показателей, что не обеспечивает формирование персонализированных рекомендаций.

Для того, чтобы разработать специализированное программное обеспечение, был проведен анализ специфики деятельности врача-диетолога. После проделанной работы, выяснилось, что существующие аналоги информационных систем не соответствуют тематике затронутого вопроса, следовательно было решено создать новую информационную систему.

На основе разработанных функций информационной системы была разработана схема информационной системы, представленной на рис. 1 [4].

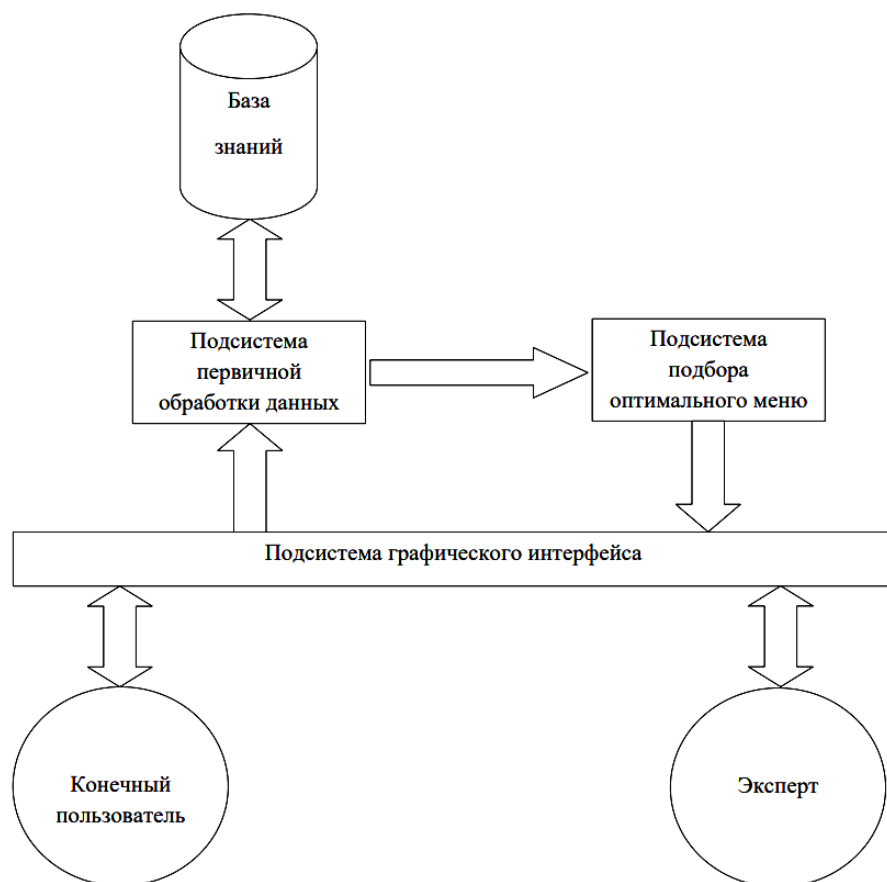


Рис. 1. Схема информационной системы

Информационная система базы знаний хранит в себе:

1. ФИО, возраст, пол, вес, рост, биологические показатели и др.
2. Медицинскую информацию: диагноз пациента, результаты исследований, хронические заболевания и др. факторы, которые влияют на потребности в питании.
3. Рекомендации по соблюдению диеты: исходя из состояния здоровья и целей лечения база знаний содержит различные типы диет: низкокалорийные диеты, диеты для контроля уровня сахара и др.
4. Состав продуктов питания: база данных содержит информацию о продуктах, их состав (белки, жиры, углеводы, витамины, минералы и др.), энергетической ценности, аллергенных веществах и т.д.
5. Расчеты и рекомендации [5].

Отличием от других информационных систем является то, что данная система помогает пользователям принимать информированные решения личного рациона и способствует улучшению общего здоровья, а так же имеет большой спектр преимуществ: позволяет разработать индивидуальные планы рациона питания, учитывая потребности и предпочтения, контроль и отслеживание индивидуального питания (количество калорий и питательных веществ), а также предоставление информации о пищевой ценности продуктов и рекомендациях соблюдения диеты, люди, использующие данное программное обеспечение могут полезную информацию в области здорового питания и принимать осознанные решения в своем питании (пищевые группы, соотношении белков, жиров, углеводов, а также о нутриентах продуктов [6].

В данной статье рассмотрена информационная система для индивидуального планирования диеты, с помощью пользователю предоставляются эффективные инструменты для создания индивидуального плана питания и контроля питательных веществ. Она помогает улучшить качество питания и поддержания здорового образа жизни, однако все же необходимо учитывать индивидуальные особенности человеческого организма и проконсультироваться с врачом, чтобы достичь лучших результатов и безопасного использования информационной системы.

Список литературы

1. Кондратюк Е. А. Информационные системы в здравоохранении: планирование и внедрение : учеб. пособие. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2019.
2. Zanin L. M., Cunha da D. T., Rosso de V. V. [et al.]. Knowledge, attitudes and practices of food handlers in food safety: An integrative review // Food Research International. 2017. № 100. P. 53–62. doi: 10.1016/j.foodres.2017.07.042
3. Хлопотов Р. С. Анализ трендов развития автоматизированных систем решения задач гигиены питания // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2022. № 3. С. 140–157. doi: 10.21685/2227-8486-2022-3-9
4. Хан Г. М. Управление информационной системой в здравоохранении. М. : Финансы и статистика, 2016.
5. Леснов Д. В., Байда В. А., Таль Ю. В., Стройкевич Э. Г. Информационные системы в здравоохранении : учеб. пособие для высш. учеб. заведений. 3-е изд., испр. и доп. М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2017.
6. Антипова Л. В., Сорокин И. А., Азизов А. В., Завьялов А. Ю. Информационные системы питания. М. : Финансы и статистика, 2017.

ТЕХНОЛОГИИ ОБНАРУЖЕНИЯ ПАДЕНИЙ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Е. П. Рябова

Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

hell444fire@gmail.com

Аннотация. Устройства, направленные на мониторинг человеческой активности, такие как умные часы или специальные приложения для смартфонов, стали неотъемлемой частью повседневной жизни, особенно для людей, ведущих активный образ жизни. Но их применение не ограничивается одним лишь бытом. С каждым годом устройства на основе акселерометров находят свое применение во все большем числе сфер и областей, а вместе с тем развиваются и технологии распознавания человеческой активности. В данной статье рассматривается одна из областей применения устройств на основе акселерометра – обнаружение падений, а также представлен обзор технологий мониторинга и распознавания активности, применяемых в ней.

Ключевые слова: мониторинг активности, распознавание активности, обнаружение падений, акселерометр

FALL DETECTION TECHNOLOGIES AND THEIR APPLICATION

E. P. Ryabova

Penza State University, Penza, Russia

hell444fire@gmail.com

Abstract. Devices aimed at monitoring human activity, such as smart watches or special applications for smartphones, have become an integral part of everyday life, especially for people leading an active lifestyle. But their use is not limited to everyday life. Every year, devices based on accelerometers find their application in an increasing number of fields and areas, and at the same time, technologies for recognizing human activity are developing. This article discusses one of the areas of application of accelerometer-based devices - fall detection, and also provides an overview of the technologies for monitoring and activity recognition used in it.

Keywords: activity monitoring, activity recognition, fall detection, accelerometer

Риску падения подвержены все люди – от спортсменов до работников предприятий, но группой, подверженной наибольшей опасности, являются люди преклонного возраста. Травмы, получаемые при падении, несут серьезный риск для здоровья людей, ведь последствия подобных травм могут быть необратимы, особенно если человек не получит своевременную медицинскую помощь. Различные системы обнаружения падений, разработанные в последнее время, направлены на автоматическое распознавание падений и оповещение о случившемся службы

здравоохранения или других контактных лиц, например сиделок или кого-либо из родственников пострадавшего.

Подобные системы можно разделить на три вида в соответствии с подходами к обнаружению, применяемыми в них: на основе носимых датчиков (таких как умные браслеты или специальные приложения для смартфона), на основе внешних датчиков (отслеживающих звук или движение в определенной области) и на основе видеокамер [1]. В каждом подходе имеется как ряд преимуществ, так и ряд недостатков.

Системы обнаружения падений на основе видеонаблюдения направлены на визуальное распознавание активности. Они достаточно точны и позволяют практически наверняка идентифицировать падение [2]. Однако они приспособлены в большей степени для использования в помещении (в том числе и в системах умного дома) и имеют несколько серьезных недостатков. В первую очередь объект наблюдения может быть перекрыт различными посторонними предметами или попасть в слепую зону камеры. Также стоит упомянуть и проблему конфиденциальности жизни пользователей, ведь для эффективного мониторинга наблюдение должно вестись по всему дому.

Системы на основе внешних датчиков направлена на распознавание активности с помощью анализа одного или группы параметров, таких как аудио и видео данные, давление, инфракрасное излучение и т.д. [3–4]. Здесь, как и в случае с системами, основанными на видеонаблюдении, главным недостатком является ограниченный радиус действия такой системы, а также общая стоимость оборудования.

Системы на основе носимых датчиков основаны на технологии акселерометрии и отслеживают перемещение пользователя в пространстве [5–6]. Данные, полученные с носимых акселерометров могут использоваться для различных задач в области медицины и научных исследований [7]. Такие устройства пользуются наибольшей популярностью, потому что лишены большинства недостатков систем на основе видео наблюдения и на основе внешних датчиков. Они мобильны, относительно недороги и более надежны в плане конфиденциальности данных пользователей. На их популярности также сказывается и то, что большинство таких устройств выполняют и другие полезные функции, как например подсчет шагов и калорий. Вернее будет сказать, что обнаружение падений является второстепенной функцией таких гаджетов, особенно когда речь идет о фитнес-браслетах и смартфонах, оснащенных специальными приложениями.

Несмотря на то, что основная область применения технологий обнаружения падений – это мониторинг повседневной активности человека, данные технологии нашли применение и в других направлениях. Например, встроенные датчики обнаружения падения активно применяются при проектировании и конструировании человекоподобных роботов [8].

Спрос на системы распознавание активности, в том числе и на обнаружение падений, продолжает расти, а вместе с этим растет и развивается сама область и технологии, используемые в ней. Устройства мониторинга охватывают все большее количество сфер нашей жизни, и нам остается надеяться, что они сделают ее комфортней и безопасней.

Список литературы

1. Muhammad Mubashir, Ling Shao, Luke Seed, A survey on fall detection : Principles and approaches // Neurocomputing. 2013. Vol. 100. P. 144–152.
2. Abdo H., Amin K. M., Hamad A. M. Fall Detection Based on RetinaNet and MobileNet Convolutional Neural Networks, 2020 // 15th International Conference on Computer Engineering and Systems (ICCES). Cairo, Egypt, 2020. P. 1–7.

3. Jeon S.-B., Nho Y.-H., Park S.-J. [et al.]. Self-powered fall detection system using pressure sensing triboelectric nanogenerators // *Nano Energy*, 2017. № 41. P. 139–147.

4. Wei-Han Chen and Hsi-Pin Ma. A fall detection system based on infrared array sensors with tracking capability for the elderly at home, 2015 // *17th International Conference on E-health Networking, Application & Services (HealthCom)*. Boston, MA, USA. 2015. P. 428–434.

5. Rahman H. [et al.]. Falling Angel – A Wrist Worn Fall Detection System Using K-NN Algorithm // Ahmed M., Begum S., Raad W. (eds). *Internet of Things Technologies for HealthCare. HealthyIoT 2016. Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering*. Vol 187. Springer, Cham, 2016.

6. Yoshida T. [et al.]. A Data-Driven Approach for Online Pre-impact Fall Detection with Wearable Devices // Ahad M.A.R., Inoue S., Roggen D., Fujinami K. (eds). *Sensor- and Video-Based Activity and Behavior Computing. Smart Innovation, Systems and Technologies*. Vol. 291. Springer, Singapore, 2022.

7. Кузьмин А. В., Иващенко А. В., Рябова Е. П. Биомедицинские применения акселерометров: общие направления и публикационные тренды // *Медицинская техника*. 2023. № 4. С. 52–55.

8. Muender T., Röfer T. Model-Based Fall Detection and Fall Prevention for Humanoid Robots // Akiyama H., Obst O., Sammut C., Tonidandel F. (eds). *RoboCup 2017: Robot World Cup XXI. Lecture Notes in Computer Science*. Vol. 11175. Springer, Cham, 2018.

УДК 004.94

ИГРОВОЙ ПОДХОД К ДИАГНОСТИКЕ ДЕПРЕССИИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ПОВЕДЕНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

С. В. Хомутцов¹, А. Г. Кравец²

*^{1,2}Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Россия*

¹mazhivil@mail.ru

²AllaGKravets@yandex.ru

Аннотация. Исследуется разработка способа диагностики депрессии с использованием в качестве инструмента анализа поведения видеоигры на Unity. Проводится анализ внутриигрового поведения пользователя по мере прохождения: чувство вины, тревоги или страха после поражения, проблемы с кратковременной и долговременной памятью, плохая концентрация внимания и неспособность принимать решения. Таким образом данный подход к диагностике позволит дистанционно идентифицировать возможное наличие депрессии и посоветовать пользователю обратиться к специалисту.

Ключевые слова: видеоигра, движок Unity, психиатрическая диагностика, депрессия

GAMING APPROACH TO THE DIAGNOSIS OF DEPRESSION BASED ON USER BEHAVIOR ANALYSIS

S. V. Khomuttsov¹, A. G. Kravets²

^{1,2}Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia

¹mazhivil@mail.ru

²AllaGKravets@yandex.ru

Abstract. The article is devoted to the development of a method for diagnosing depression using a video game on Unity as a tool for analyzing behavior. An analysis is made of the user's in-game behavior as they progress: feelings of guilt, anxiety or fear after defeat, problems with short-term and long-term memory, poor concentration and inability to make decisions. Thus, this approach to diagnostics will allow remote identification of the possible presence of depression and advise the user to contact a specialist.

Keywords: video game, Unity engine, psychiatric diagnosis, depression

Введение

Депрессия является распространенным нарушением психического здоровья. По оценкам всемирной организации здравоохранения во всем мире от депрессии страдает 3.8 % населения, это порядка 280 миллионов человек [1]. Основными признаками депрессии называют подавленное, тревожное и боязливое настроение, депрессия сопровождается снижением концентрации, ощущением усталости или упадка сил, неадекватным чувством вины и пессимизмом.

Во всех странах, независимо от уровня дохода, у людей, страдающих депрессией, зачастую она не диагностируется [1], но с развитием цифровых технологий появилась возможность отслеживать поведение пользователя и на основе собранной информации рекомендовать прохождение осмотра у специалиста или даже сразу диагностировать болезнь, тем самым автоматизировав процесс диагностики депрессии.

Сценарий взаимодействия

Для реализации такой видеоигры необходимо составить сценарий взаимодействия пользователя с окружающим миром, проработать набор геймплейных элементов для определения текущего состояния пользователя.

Для того чтобы предотвратить переутомление пользователя сценарий игры предполагает 30-минутное прохождение, игрок управляет своим персонажем для перемещения и изучает виртуальный мир для выполнения мини-игр. Для начала мини-игры необходимо найти и войти в уникальное строение. После прохождения мини-игр пользователь опрашивается о своем состоянии – не переутомлен ли он, чувствует ли он себя тревожно или испытывает чувство страха. В каждой мини-игре присутствуют подсказки по прохождению и возможность пропустить прохождение мини-игры, если пользователь превышает количество попыток. Мини-игры представляют из себя простейшие по управлению последовательности действий, чаще всего завязанные на проверке кратковременной и долговременной памяти [2, 3], реакции и внимательности. После прохождения всех мини-игр мира игроку предлагается найти на карте посещенные ранее уникальные локации мини-игр, тем самым проверяя возможность навигации по пространственной памяти в виртуальной реальности [4–7]. В каждом мире присутствует по 4 мини-игры, среднее время прохождения мини-игры – 4 минуты.

Во время прибывания в виртуальном мире игрок должен встречать персонажей, которые бы вели с игроком диалог – спрашивали бы о его ощущениях и настроении. После прохождения каждой мини-игры пользователь должен мотивироваться для дальнейшего прохождения – получать внутриигровые предметы для отслеживания своего прогресса. Прогресс игрока должен сохраняться после прохождения каждой мини-игры и после перехода в каждый новый мир. Игрок не должен иметь временных ограничений на прохождение мини-игры/мира и не испытывать на себе какое-либо давление.

Реализация

Для реализации видеоигры используется движок, это комплекс программ для обеспечения графической визуализации, звукового сопровождения, выполнения физической симуляции и обработки игровых скриптов. Основная задача игрового движка состоит в обеспечении мультиплатформенности, то есть корректного запуска игр на всех поддерживаемых платформах, и обработке инструкций скриптов (рис. 1).

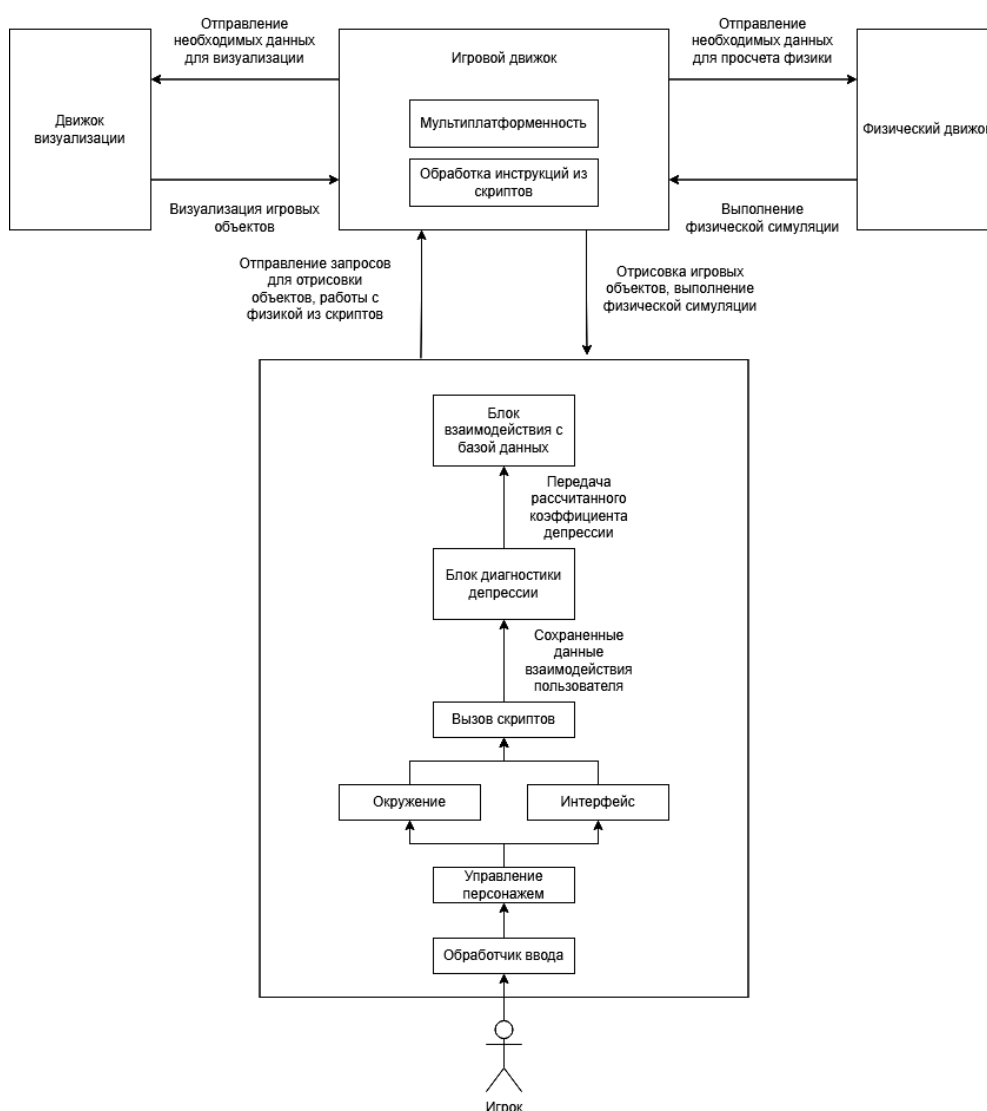


Рис. 1 Схема архитектуры разрабатываемой игры

Игровой движок также обеспечивает корректный ввод данных пользователем, обрабатываемый игрой в соответствии с инструкциями в скриптах. Через об-

работчик ввода игрок управляет персонажем и через него взаимодействует с элементами окружения и интерфейсом. Каждый игровой элемент управляется соответствующими скриптами, которые отправляют запросы к игровому движку для выполнения необходимых игре задач, например отрисовки объектов или работы с физикой.

В качестве игрового движка используется межплатформенная среда разработки Unity 2021.3.21f1. Она обладает визуальной средой разработки и межплатформенной поддержкой. Игра разрабатывается в качестве браузерного приложения (компиляция на платформе WebGL) с передачей данных через Firebase Realtime Database. Для взаимодействия с базой данных из Unity использовались пакеты Google LLC, прокладывающие дополнительные зависимости, позволяющие интегрировать пакеты Firebase Realtime Database, Firebase Authentication и Firebase App (Core). Для сохранения данных используются данные модели игрока, преобразовываемые с помощью JsonUtility и передающиеся в экземпляр базы данных. Для чтения используется Unity Coroutine и асинхронный метод, преобразующий полученные данные в dataSnapshot. Для тестирования в игре реализован функционал отображения данных, который содержит класс PlayerStatistics (рис. 2).

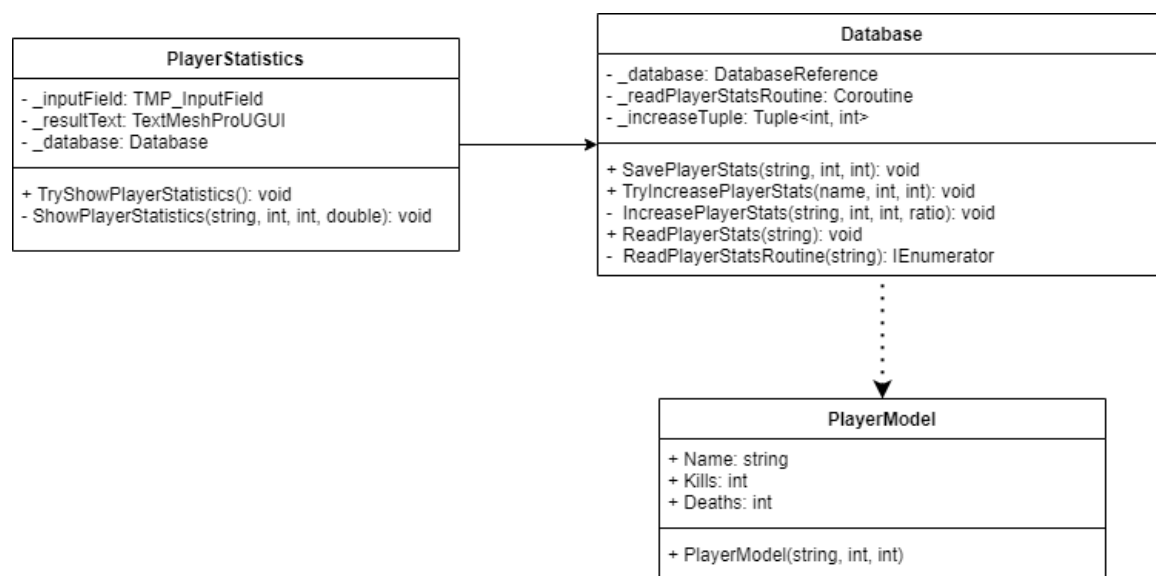


Рис. 2. Иерархия классов взаимодействия с Firebase Realtime Database

Для разработки графической составляющей игры используется универсальный конвейер рендеринга (URP, ранее LWRP) – готовый конвейер рендеринга Unity с поддержкой сценариев, снимающий ограничения постобработки стандартного конвейера рендеринга и позволяющий создавать оптимизированную графику для различных платформ, что особенно полезно при разработке браузерных игр, в которых делается огромный упор на оптимизацию.

По возможности в игре используется двухмерная физическая модель, использующая компоненты Rigidbody2D для оптимизации, например в мини-играх где происходит взаимодействие с интерфейсом. Но в мире взаимодействие с персонажем происходит, используя трехмерную физическую модель.

Также во время разработки игры использовалось дополнительное программное обеспечение: библиотека ProBuilder для быстрого создания трехмерных объектов и прототипирования, NavMesh – расширение стандартной библиотеки поиска пути.

Для реализации перемещения игрока в пространстве и создания неигровых персонажей, перемещающихся по миру, использовалась технология поиска пути NavMesh. Она позволяет создавать специальные поверхности для нахождения путей агентам, которые будут передвигаться по этой поверхности. Для корректного поиска пути на каждый элемент окружения накладываются компоненты модификаторов NavMesh, в них указывается тип зоны, покрываемой объектом, и агенты, на которых распространяются примененные модификации. Препятствиям также добавляется компонент NavMeshObstacle, чтобы агент мог корректно их обходить. Для обеспечения перемещения игрока используется 3 класса – Player, PlayerInput и PlayerMovement. Через класс PlayerInput игрок вызывает методы перемещения из класса Player, которые в свою очередь вызывают исполнение функций из класса PlayerMovement. Player является смежным классом, который проверяет возможность выполнения передвижения перед вызовом функции.

В классе PlayerInput с помощью функции Update каждый кадр проверяются нажатия пользователя. Пока игрок удерживает кнопки перемещения – навигационный агент перемещает модель игрока в указанном направлении.

Для реализации диалогов в игре реализована диалоговая система, сохраняющая ответы игрока в PlayerPrefs.

Мини-игра перемещения по миру и поиска запоминающихся локаций реализована через расстановку чекпоинта возле каждого входа в мини-игру. После входа в чекпоинт – локация засчитывается как найденная.

Обработка и передача результатов

Собранные результаты о успешности прохождения мини-игр, ответах о самочувствии и настроении игрока после прохождения мини-игр и вопросов персонажей в мире обрабатываются в отдельном классе и возвращаются в виде итогового коэффициента вероятности наличия депрессии у пользователя. Далее в Firebase Realtime Database указанному идентификатору пользователя присваивается рассчитанный коэффициент. После прохождения игры коэффициент считывается, и игроку рекомендуется посетить специалиста в случае высокого коэффициента.

Заключение

В заключении следует отметить, что этот метод диагностики депрессии на основе анализа поведения пользователя поможет дистанционно идентифицировать возможность наличия заболевания, однако для более точной диагностики необходимо обращение к специалисту. В качестве возможных улучшений метода предлагается отслеживание поведения пользователя через камеру, однако это также является серьезным ущербом для конфиденциальности пользователя.

Список литературы

1. Depressive disorder (depression) // World Health Organization. 2023. URL : <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/depression>
2. Cheng S., Fang J., Demic S. Virtual brain gives insights into memory deficits in depression. Institute for Neural Computation, 2018. URL: news.rub.de>
3. Woo D. Depression and Memory Loss: Does Depression Cause Forgetfulness? Madison Avenue TMS & Psychiatry, 2021. URL: [madisonavetms.com](https://www.madisonavetms.com)>
4. Neda F., Gould B. A. M., Kathleen Holmes B. S. Bryan Performance on a Virtual Reality Spatial Memory Navigation Task in Depressed Patients // 60th annual meeting of the Society of Biological Psychiatry, Atlanta, 2005. 526 p.
5. Klimenko R. G., Kravets A. G., Strukova I. V., Tatarova N. I. Analysis of People's fascinations for Computer games // Information Innovative Technologies: International Scientific-Practical Conference (Prague, April 25–29, 2022). M. : Association of graduates and employees of AFEA named after prof. Zhukovsky, 2022. P. 48–57.

6. Кравец А. Г., Регнер С. А. Программный модуль для психологической диагностики на основе анализа аудио-, видео- и текстовой информации // Инновационные, информационные и коммуникационные технологии : сб. тр. XIX Междунар. науч.-практ. конф. (Сочи, 1–10 октября 2022 г.) / под ред. С. У. Увайсова. М. : Ассоциация выпускников и сотрудников ВВИА имени профессора Н. Е. Жуковского содействия сохранению исторического и научного наследия ВВИА имени проф. Н. Е. Жуковского, 2022. С. 87–90.

7. Кравец А. Г., Петраевский В. А. Самодиагностика депрессивного состояния на основе анализа эмоционально окрашенной речи // Математические методы в технологиях и технике. 2022. № 12-1. С. 55–58. doi: 10.52348/2712-8873_ММТТ_2022_12_55

УДК 615.47:616–072.7

МНОГОЭЛЕКТРОДНАЯ СИСТЕМА ЭЛЕКТРОКАРДИОЛОГИЧЕСКОГО СКРИНИНГА

Чьонг Тхи Лан Нхи

Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва, Россия

truongthilannhi@gmail.com

Аннотация. Рассматриваются вопросы визуализации электрической активности сердца (ЭАС) для задач кардиологии. Предлагается проведение реконструкции распределения электрического потенциала на поверхности эпикарда путем компьютерной обработки многоканальных электрокардиосигналов (ЭКС), снимаемых с электродов, которые размещены на поверхности торса. Целью визуализации является наблюдение нарушений электрической активности в привязке к конкретным областям поверхности эпикарда. Предложены два варианта визуализации: 2D-карта потенциала на плоской развертке поверхности сферического квазиэпикарда, позволяющая наблюдать все точки поверхности без смены ракурса, и 3D-карта потенциала на поверхности реальной модели квазиэпикарда, позволяющая наблюдать все точки поверхности со сменой ракурса. Рассмотрена организация координатной сетки на плоской развертке, при которой при одинаковом угловом расстоянии между точками на поверхности сферического квазиэпикарда реализуется одинаковое расстояние между соответствующими точками на плоской развертке.

Ключевые слова: электрокардиосигналы, электроды, торс, сердце, эпикард, регистрация, реконструкция, скрининг

Благодарности: статья подготовлена под научным руководством доктора технических наук, профессора М. Н. Крамма.

MULTIELECTRODE SYSTEM FOR ELECTROCARDIOLOGY SCREENING

Truong Thi Lan Nhi

National Research University "MPEI", Moscow, Russia

truongthilanni@gmail.com

Abstract. This paper discusses the issues of visualization of the heart electrical activity for the cardiology applications. It is proposed to reconstruct the electrical potential distribution on the epicardium surface by computer processing of electrocardiosignals of multiple leads, taken from electrodes, placed evenly on the torso surface. The goal of imaging is to observe disturbances in electrical activity in connection to specific areas of the epicardial surface. Two visualization options are proposed: a 2D potential map on a flat scan of the surface of a spherical quasi-epicardium, which allows us to observe all points of the surface without changing the viewing angle, and a 3D potential map on the surface of a real model of the quasi-epicardium, which allows us to observe all points of the surface with a change in angle. The organization of the coordinate grid on a flat scan is considered, in which, for the same angular distance between points on the spherical quasi-epicardium surface, the same distance between the corresponding points on a flat scan is realized.

Keywords: electrocardiosignal, electric potential, torso, heart, epicardium, registration, reconstruction, screening

Acknowledgments: the author is grateful to Doctor of Technical Sciences, Professor M. N. Kramm for the supervision.

Предложена многоэлектродная электрокардиографическая система, ориентированная на реконструкцию карт распределения потенциала на поверхности эпикарда [1] в условиях электрокардиологического скрининга. Для снижения временных затрат на установку электродов в определенных точках на поверхности торса предложен блок регистрации электрокардиосигналов (ЭКС) многоэлектродных униполярных отведений на основе электрокардиографического жилета нескольких типоразмеров с предустановленными электродами [2].

Результат визуализации электрической активности сердца, проведенной при обработке реальных ЭКС, представлен на рис. 1. Левая панель используется для ввода заданных параметров и режима работы программы. Шаг смещения по времени может быть выбран опционально, по умолчанию это 2 мс. Также мы определяем положение электрического центра сердца и отображаем его координаты на экране, в разделе «Сдвиг ЦС». Регистрировались и обрабатывались ЭКС с 48 униполярных электродов, равномерно расположенных на торсе (грудь и спина). На рисунке 1 в верхней части показана для наглядности знакомая кардиологу электрокардиограмма конечностного отведения, а в нижней части – 2D карты электрического потенциала на плоской развертке поверхности квазиэпикарда для моментов времени центров Р-зубца (карта 1), QRS-комплекса (карта 2) и 3D карта электрического потенциала на поверхности квазиэпикарда для интервала времени Т-зубца (карта 3). Соответствующие моменты времени показаны маркерами (жирные точки) на верхнем ЭКС. Для динамического представления ЭАС в интерактивном режиме предоставлена возможность смещения по времени в пределах зуб-

цов с помощью слайдеров 4 (Р-зубец), 5 (QRS-комплекс) и 6 (Т-зубец). При перемещении слайдера по временной шкале, обновляется соответствующая карта. При этом синхронно смещается временной маркер на электрокардиограмме. Существенно, что вычислительная реконструкция карт электрического потенциала на квазиэпикарде проводится до фазы визуализации, на этапе обработки ЭКС множественных отведений. Уровень электрического потенциала отображается по шкалам псевдоцветов, размещенным вертикально около каждой карты (возможна полутоновая палитра). На рис. 1 представлен режим, когда шкала псевдоцветов определяется динамически по максимальному и минимальному значению потенциала для карты с текущим моментом времени. При этом удобно наблюдать границы областей с различной электрической активностью.

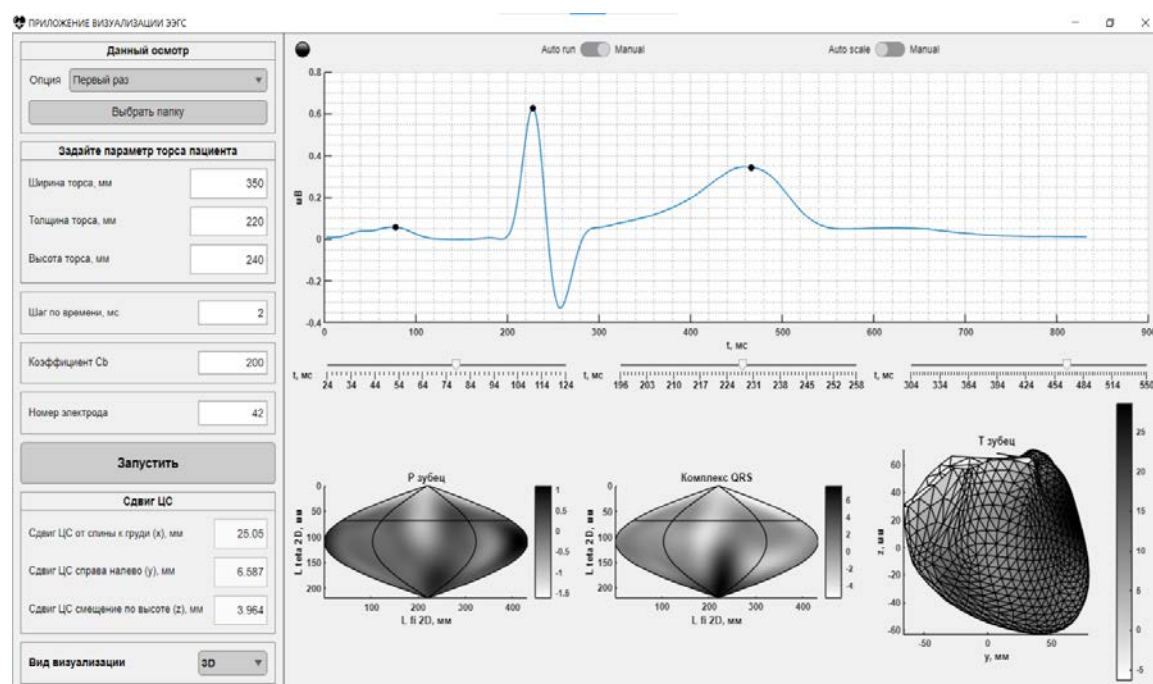


Рис. 1. Визуализация ЭАС на поверхности квазиэпикарда

Достоинством 2D карты потенциала является возможность наблюдения временной динамики электрической активности во всех областях миокарда без дополнительной смены ракурса.

Список литературы

1. Титомир Л. И., Трунов В. Г., Айду Э. А. И. Неинвазивная электрокардиотопография. М. : Наука, 2003. 198 с.
2. Крамм М. Н., Бодин О. Н., Бодин А. Ю., Жихарева Г. В., Чыонг Тхи Лан Нхи. Реконструкция и визуализация электрической активности сердца с помощью многоэлектродной системы электрокардиодиагностики // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. 2022. № 4. С. 84–91.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЭПИДЕМИИ

О. Р. Артапов¹, А. А. Шлыков², А. М. Труханов³

^{1,2,3}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹Oartapov@list.ru

²69shlykov_andrew96@mail.ru

³Casha.trukhanov@mail.ru

Аннотация. Исследование относится к медицинскому направлению и сводится к анализу и дальнейшему прогнозу возможной вспышки эпидемии. Цель работы заключается в разработке подсистемы для системы здравоохранения, собирающей данные из базы данных и выводящей прогноз возникновения эпидемии. Эта надстройка над различными системами даст возможность более точно прогнозировать различные эпидемиологические ситуации, что повысит уровень подготовки для борьбы с ними. Полученные результаты могут использоваться в медицине в процессе создания обширных систем здравоохранения в регионах и областях.

Ключевые слова: эпидемия, прогноз, системы здравоохранения

PREDICTING THE LIKELIHOOD OF AN EPIDEMIC

O. R. Artapov¹, A. A. Shlykov², A. M. Truhanov³

^{1,2,3}Penza State University, Penza, Russia

¹Oartapov@list.ru

²69shlykov_andrew96@mail.ru

³Casha.trukhanov@mail.ru

Abstract. The study relates to the medical field and boils down to the analysis and further prediction of a possible outbreak of the epidemic. The purpose of the work is to develop a subsystem for the healthcare system that collects data from a database and outputs a forecast of the outbreak of an epidemic. This superstructure over various systems will make it possible to predict various epidemiological situations more precisely, which will increase the level of training to combat them. The results obtained can be used in medicine in the process of creating extensive health systems in regions and regions.

Keywords: epidemic, prognosis, health systems

Введение

Эпидемия – ситуация, при которой заболевает значительное количество людей. Эпидемиологическая обстановка напрямую влияет от такого фактора, как «эпидемиологический риск» – потенциальная возможность осложнения эпидемиологической обстановки [1].

Эпидемиологический риск можно разделить на четыре составляющих: «время риска», «контингенты риска», «факторы риска» и «территория риска». Исходя из оценки всех формирующих факторов строится общая оценка риска, по которой возможно определить, насколько эпидемиологическая ситуация опасна [2].

Однако просчитать все и дать оценку – сложная задача, основные проблемы которой: необходимость в большом объеме данных, а также время на анализ всех этих данных.

В настоящее время проблема наличия данных для анализа практически решена. Существует единая система здравоохранения, в которой фиксируются все заболевания людей, пришедших в больницу. Исходя из этого возможен расчет вероятности риска возникновения эпидемии в том или ином районе [3].

В то же время вторая проблема – анализ имеющихся данных – решена меньше. По-прежнему нередки случаи, когда этим занимается человек, которому для рассмотрения всей информации и составления оценки требуется значительный промежуток времени. Эта временная задержка может стать фатальной и повлечь за собой серьезные последствия.

Задачи, материалы и методы

Исходя из этого, были поставлены две задачи:

1. Создание системы, на вход которой подаются данные о различных заболеваниях людей за определенный период в конкретном районе или области. Получив эти данные, система должна проанализировать их: выдать общую симптоматику заболеваний, вероятность распространения болезней, проблему со здоровьем в конкретной местности.

2. Создаваемая система должна иметь возможность интегрироваться в существующие системы для увеличения результативности ее работы, а также для понижения стоимости внедрения. Т.е. необходимо создать надстройку, подсистему для уже существующих систем.

Сейчас уже существуют аналоги разрабатываемой системы. Они построены на анализе данных искусственным интеллектом на основе различных алгоритмов выявления эпидемий. По большей части, они анализируют информацию из социальных сетей, средств массовой информации, рассматривают меры, предпринимаемые государством. В результате такие системы могут предсказать возникновение эпидемии практически с нуля. Однако это самостоятельные системы, которые не имеют возможности интеграции в глобальные и локальные системы здравоохранения, что в свою очередь сужает спектр применения данных разработок [4].

Для решения поставленных задач целесообразно использовать различные материалы и методы. В первую очередь необходимо создать библиотеку, хранящую методы для анализа данных и расчета вероятностей эпидемии. Она может быть написана на любом из существующих языков программирования, потому для создаваемой системы был выбран язык C# на базе .NET, что позволяет добавлять различные методы, уже созданные на других языках, но входящих в пространство .NET [5].

Далее необходимо создать универсальный и дружелюбный пользовательский интерфейс, который будет гармонично смотреться с любыми ныне существующими системами здравоохранения для комфортной работы пользователей. Для этого будет использоваться технология WPF, позволяющая подробно настроить каждую деталь создаваемого интерфейса [6].

Разрабатываемая система должна анализировать данные, получаемые из другой, сопряженной с ней системы, и на их основе сделать вывод об эпидемиологическом риске в исследуемой области.

В результате исследования были определены основные задачи, на основании которых будет строиться будущая система – определен язык для создания системы, требования к ней системе и ее функционал.

Исследование посвящено разработке системы, помогающей спрогнозировать возможные появления эпидемий.

Развитие данной работы заключается в добавлении большего количества исследуемых параметров для выдачи более точного прогноза. Разрабатываемая система позволит упростить анализ большого количества данных о заболеваниях, что уменьшит время реагирования на них и позволит минимизировать пагубные последствия.

Результаты исследования могут использоваться в дальнейших медицинских исследованиях эпидемиологической обстановки в регионах.

Список литературы

1. Беляков В. Д. Эпидемиологический надзор – основа современной организации противоэпидемической работы // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. 1985. Т. 62, № 5. С. 53–58.

2. Черкасский Б. Л. Риск в эпидемиологии. М. : Практическая медицина, 2007. 480 с.

3. ЕГИСЗ // Официальный сайт единой государственной информационной системы в среде здравоохранения. URL: <https://egisz.rosminzdrav.ru/> (дата обращения: 10.10.2023).

4. Акимов В. А., Бедило М. В., Сушев С. П. Исследование чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и биологосоциального характера современными научными методами : монография. М. : ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2021. 180 с.

5. .NET – Хаб со знаниями про .NET. URL: <https://habr.com/ru/hubs/net/articles/> (дата обращения: 10.10.2023).

6. Windows Presentation Foundation – WPF .NET Framework// Официальный сайт Microsoft. URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/dotnet/desktop/wpf/?view=netframeworkdesktop-4.8> (дата обращения: 10.10.2023).

УДК 004.4

РАЗРАБОТКА ИНТЕРНЕТ-ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ НЕКОММЕРЧЕСКИХ СОБЫТИЙ И ВСТРЕЧ НА ОСНОВЕ ИНТЕРЕСОВ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

А. Н. Шульмин¹, А. С. Бождай²

^{1,2}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹ ashulmin14@gmail.ru

² bozhday@yandex.ru

Аннотация. В современном мире, где социальные связи и взаимодействия играют все более важную роль в жизни людей, разработка программного продукта для организации оффлайн встреч и событий на основе интересов пользователей становится актуальной и востребованной задачей. Рассматриваются вопросы исследования и разработки программного решения, которое позволит эффективно

управлять и координировать мероприятия, а также учитывать индивидуальные интересы и предпочтения участников, способствуя более глубоким и значимым социальным взаимодействиям в оффлайн среде. Рассматриваются методы разработки и реализации такого программного продукта.

Ключевые слова: проектирование программного обеспечения, организация сообществ, web-приложения, социальная коммуникация

DEVELOPMENT OF AN ONLINE ORGANIZATION PLATFORM FOR NON-PROFIT EVENTS AND MEETINGS BASED ON USER INTERESTS

A. N. Shulmin¹, A. S. Bozhday²

^{1,2}Penza State University, Penza, Russia

¹ashulmin14@gmail.ru

²bozhday@yandex.ru

Abstract. In the modern world, where social connections and interactions play an increasingly important role in people's lives, the development of software for organizing offline meetings and events based on user interests has become a relevant and in-demand task. This article is dedicated to the research and development of a software solution that will effectively manage and coordinate events while taking into account the individual interests and preferences of participants, promoting deeper and more meaningful social interactions in offline environments. This article discusses methods for the development and implementation of such software.

Keywords: Software Design, Community Organization, Web Applications, Social Communication

Введение

Развитие современных сообществ в интернете оставляет без внимания личный опыт общения между людьми. Тем не менее, существует человеческая предрасположенность к живому, оффлайн, общению. Решением этой проблемы могла бы послужить web-платформа организации встреч и мероприятий на основе интересов пользователей. Кроме того, платформа может предоставлять возможность партнерства для коммерческих организаций, таких как: бары, рестораны и кафе. Их владельцы могут указать список интересов, для людей, которым было бы комфортно собраться в неформальной обстановке в их заведении. В статье рассматривается архитектура, возможные методы организации потоков данных, хранение и управление ими в рамках решаемой задачи.

Основная часть

В рамках данной задачи предлагаются следующие роли пользователей (actors): *администратор* (проверяет предлагаемые места, события, разрешает организационные вопросы); *пользователь* (использует платформу, чтобы найти круг общения по интересам, сходить на интересующие его мероприятия, или встречи с другими пользователями, в рамках своих интересов); *владелец места* (владелец ресторана, бара, кафе, предлагающий свое пространство для встреч пользователей).

Инфологическая модель предметной области показана на рис. 1.

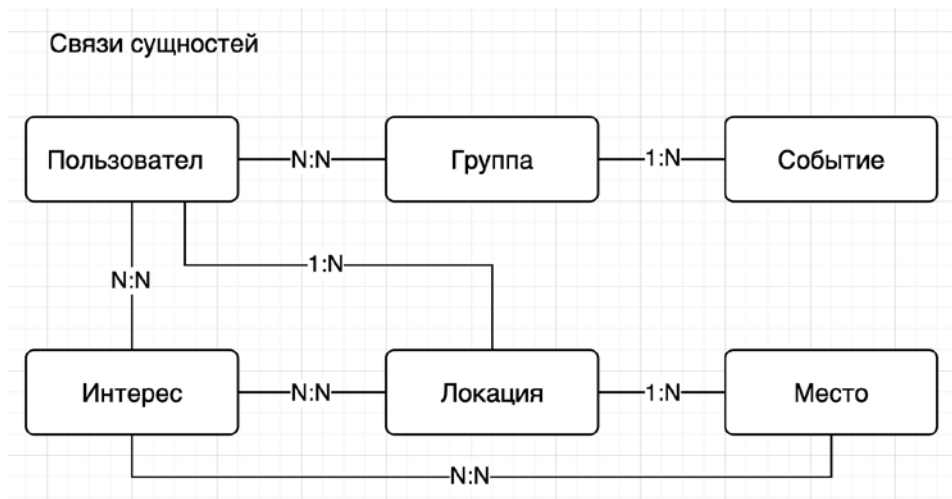


Рис. 1. Инфологическая модель предметной области

Данная ER-диаграмма включает следующий набор сущностей:

1. **User (Пользователь)** представляет пользователя платформы. Может иметь одну из ролей {User, Ambassador, PlaceOwner}. Пользователь регистрируется в системе, и обозначает свои интересы (либо в мануальном режиме, либо через указание аккаунтов своих социальных сетей). На пользователя с ролью Ambassador возлагается проверка мест (Place), предложенных пользователями с ролью PlaceOwner, а также валидация и фильтрация новых предложенных интересов (Vibes) пользователями платформы

2. **Meet (Встреча)** – самоорганизующаяся встреча (или же встреча по требованию). Пользователей в одной географической локации и с похожими интересами система формирует в группу (Flock) где пользователи могут пообщаться и договориться о встрече, после чего, назначается время и место (выбранное пользователями в результате голосования).

3. **Event (Событие)** – внешнее событие, которое может появиться в результате интеграции с другими платформами (концерт, форум, stand-up, etc) на которое пользователи могут сходить, собрав собственную группу (Flock) единомышленников.

4. **Place (Место)** – место для потенциального проведения встреч (Meet). Такое место могут создавать пользователи с ролью PlaceOwner, указывая время работы места, локацию и список интересов, пользователям которых может быть интересно/комфортно встретиться там.

5. **Vibe (Интерес)** – интерес, описывающий сущность, явление, событие, интересное пользователю или группе пользователей.

6. **Flock (Группа/Объединение)** - группа пользователей, которых платформа связала по интересам и локации (то если у них есть общие интересы, и они географически находятся рядом). Это объединение служит для организации обсуждения, и своеобразной верификации, хотят ли пользователи сходить куда-нибудь вместе.

В рамках предлагаемой инфологической модели, между сущностями могут происходить следующие взаимодействия.

Создание встречи по интересам

При создании встречи по интересам пользователей (рис. 2) необходимо сделать выборку пользователей в заданной локации (город, район города) и произвести анализ их интересов. На первом этапе реализации предлагается использовать простой алгоритм нахождения пересечения между группами интересов пользова-

телей. В дальнейшем этот модуль можно будет заменить на более сложный, например с использованием нейронных сетей.

Сбор группы пользователей для похода на событие

Объединение пользователей возможно и вокруг многих других (внешних для системы) событий, например концертов, премьер фильмов, форумов, любых иных публичных выступлений, на которые люди обычно ходят в компании (рис. 3).

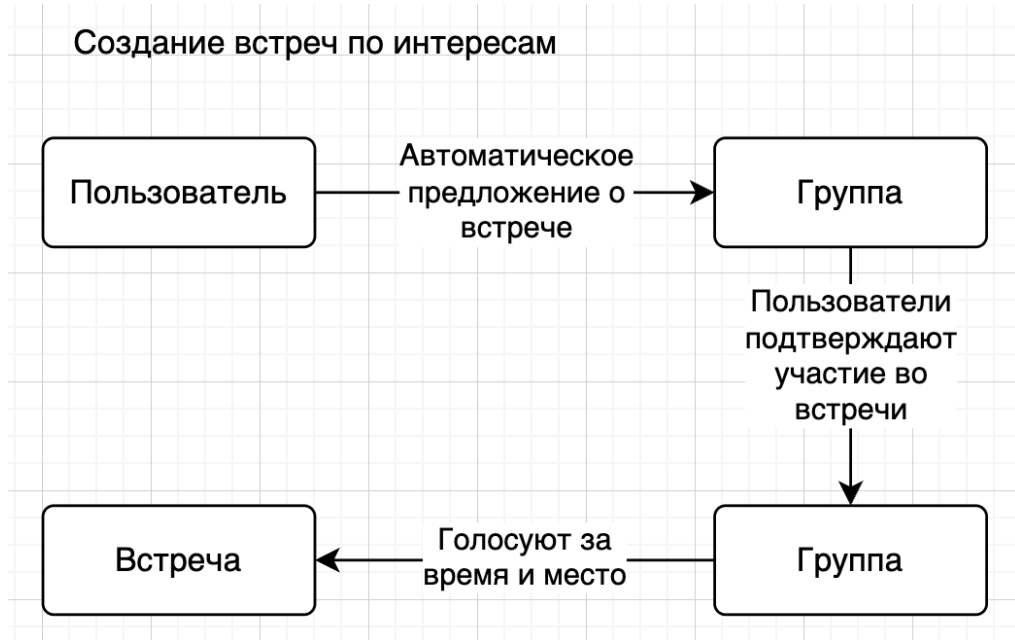


Рис. 2. Схема создания встреч по интересам

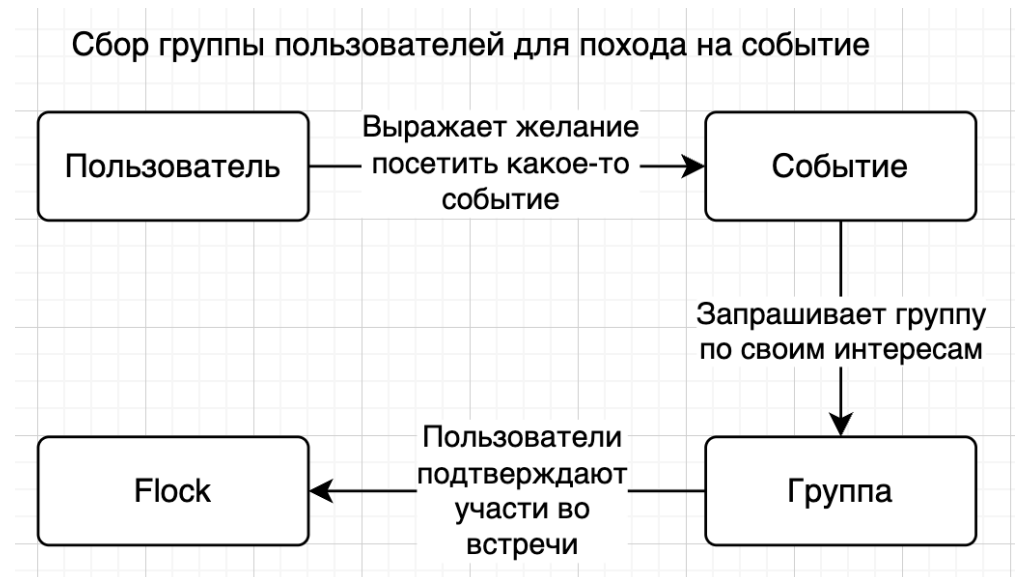


Рис. 3. Схема организация событий

При этом пользователю предоставляются следующие функции: создание профиля пользователя; просмотр событий и предложения о встречах в единой ленте; подтверждение своего участия в событии; запрос сбора группы для похода на событие; возможность предложить собственный интерес, еще не созданный в системе (он будет доступен другим пользователям после проверки); возможность оставить отзыв о событии или встрече.

Для целей администрирования системы будет реализован также ряд системных функций (не доступных обычному пользователю), так, например, как:

1. Поиск потенциальных событий в автоматическом режиме (например парсинг тематических групп в Telegram). Данные события после модерации могут быть предложены пользователям для посещения.

2. Взаимодействие с партнерами (коммерческими организациями) с целью подбора мест для встреч и событий с указанием их специфики, особенностей, времени работы и т.п.

3. Функции администрирования системы: создание новых локаций для встреч, модерация внешних событий, модерация предложенных пользователями интересов.

Заключение

Таким образом, предлагаются пути реализации платформы для организации встреч и мероприятий для пользователей по их интересам, рассмотрены методы организации и управления данными сообществами, приведены краткие описания функционала, сущностей предметной области и акторов, используемых в разработке. Данная разработка имеет потенциал применения и в других сферах управления и организации мероприятий, в том числе с возможностью монетизации и коммерческого использования. Для программа-технической реализации платформы будут использованы инструменты, представленные в [2–3] и шаблоны проектирования, представленные в [1].

Список литературы

1. Каскиаро Марио, Маммино Лучано. Шаблоны проектирования Node.js. М. : ДМК Пресс, 2017. С. 41–93.

2. Официальная документация фреймворка Nest.js. URL: <https://docs.nestjs.com> (дата обращения: 09.10.2023).

3. Официальная документация ORM Prisma. URL: <https://www.prisma.io/docs> (дата обращения: 09.10.2023).

УДК 004.9

ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ 3D-МОДЕЛИ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ ЧЕЛОВЕКА СРЕДСТВАМИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ

В. А. Юданов¹, А. А. Шлыков², С. В. Барышев³

^{1,2,3} Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹vlad.yudanov.011@yandex.ru

²69shlykov_andrew96@mail.ru

³barsv02@yandex.ru

Аннотация. Исследование относится к медицинскому направлению и сводится к анализу и визуализации параметрических данных грудной клетки человека.

Цель работы заключается в разработке базы данных, хранящей параметрические данные грудных клеток людей и разработки ПО, позволяющего визуализировать эти данные. Разработанная система позволит создать базу данных, хранящую параметры грудной клетки человека, и визуализировать эти данные пользователю. Полученные результаты могут использоваться в медицине в процессе создания более точных компьютерных моделей для их последующего использования в диагностике, анализе данных и пр.

Ключевые слова: геометрические параметры, хранение сведений, визуализация данных

SOFTWARE SYSTEM FOR VISUALIZATION OF A 3D-MODEL OF A HUMAN CHEST BY MEANS OF COMPUTER GRAPHICS

V. A. Yudanov¹, A. A. Shlykov², S. V. Baryshev³

^{1,2,3}Penza State University, Penza, Russia

¹vlad.yudanov.011@yandex.ru

²69shlykov_andrew96@mail.ru

³barsv02@yandex.ru

Abstract. The study relates to the medical field and is reduced to the analysis and visualization of parametric data of the human chest. The purpose of the work is to develop a database that stores parametric data of human chest cells and to develop software that allows you to visualize this data. The developed system will allow you to create a database that stores the parameters of the human chest and visualize these data to the user. The results obtained can be used in medicine in the process of creating more accurate computer models for their subsequent use in diagnostics, data analysis, etc.

Keywords: geometric parameters, data storage, data visualization

Введение

Грудная клетка – одна из частей туловища, образованная грудиной, ребрами, частью позвоночника и мышцами. Эта часть тела является интересом многих областей медицины: специалисты этих областей занимаются исследованием вопросов сердечно-сосудистой системы, вопросами изучения легочной системы и многим другим [1].

Размеры грудной клетки варьируются от человека к человеку. Такой разброс обуславливается степенью развития мускулатуры и легких. Эти вариации имеют большое значение, т.к. внутри грудной клетки находятся сердце и легкие. В общем смысле ее можно разделить на 3 типа: плоскую, цилиндрическую и коническую.

Несмотря на важность исследования грудной клетки, эта задача обусловлена рядом сложностей. Одной из них является недостаток сгруппированных в одном месте данных. Поиск информации из множества источников неэффективен и занимает много времени.

Другой сложностью является проблема визуализации. Человек не всегда может сам представить модель, исходя из одних числовых показателей, данных ему. Синтез реалистичных моделей биологических объектов и их визуализация являются актуальными задачами [2]. Существует множество моделей грудной клетки, однако они не подходят для точных измерений, т.к. их параметры не строго соответствуют реальным данным, которые могут получаться с помощью автомати-

зированных методов, и использоваться, например, в исследованиях, связанных с анализом положения сердца [3].

Задачи

Исходя из этих проблем, были поставлены две задачи:

1. Для решения проблемы недостатка сгруппированных данных целесообразно создать единую систему, в которой будут храниться параметры тех или иных областей, которые можно будет извлечь для дальнейшей более точечной работы с ними.

2. В связи с проблемой визуализации актуальным является создание программного обеспечения, позволяющего создать 3D-модель с заданными параметрами, что позволит использовать ее в дальнейших исследованиях.

Для решения поставленных задач целесообразно использовать различные материалы и методы. Для создания программного обеспечения для визуализации и взаимодействием с базой данных будут использованы такие среды разработки, как Microsoft Visual Studio 2022, позволяющая работать на языке программирования C#, который необходим для другой среды разработки [4] – Unity 2021.3.11f1, где будет создаваться основная часть системы [5].

Для моделирования шаблона грудной клетки, который впоследствии будет видоизменяться, будет использоваться среда Blender – среда разработки, позволяющая работать с различными моделями, настраивать текстуры, анимацию, а также свободно внедрять получившиеся проекты в уже готовые системы [6].

Для создания базы данных, хранящей параметры грудных клеток, будет взята система управления базами данных PostgreSQL – одна из популярнейших СУБД, дающая возможность работы с огромными массивами данных без потерь производительности. Одним из плюсов данной СУБД является легкость во внедрении в другие системы [7].

Разработка ПО будет проводиться с использованием Unity – эта среда позволяет упростить работу с графикой, т.к. большая часть работы с ней происходит автоматически, без дополнительных сложностей в написании кода для визуализации. Целесообразно реализовать в программе такие функции, как: приближение и поворот моделей, пользовательский интерфейс с выбором параметров из базы данных, добавление своих моделей в БД.

Для решения задачи хранения данных необходимо создать базу данных, содержащую информацию о: высоте грудной клетки, ее обхвате, объеме. Также целесообразно создать возможность добавлять различные примечания, которые помогут пользователям при выборе тех или иных параметров.

Исследование посвящено разработке системы, решающей проблему анализа и визуализации параметрических данных грудной клетки человека.

В результате исследования были намечены основные задачи, помогающие решить некоторые проблемы исследования грудной клетки человека – выбраны среды разработки будущей системы, определены основные ее компоненты.

Развитие данной работы заключается в создании базы данных для хранения параметров грудной клетки человека, а также системы для взаимодействия с этой базой данных, а также для визуализации модели согласно заданным параметрам.

Развитие модели грудной клетки и ее создание по указанным параметрам – важная задача, дающая возможность повысить скорость исследований в смежных областях, улучшить прогресс в области изучения грудной клетки человека.

Результаты исследования могут использоваться в дальнейших медицинских исследованиях грудной клетки, требующих точных данных и созданных по ним 3D-моделей.

Список литературы

1. Автандилов Г. Г. Медицинская морфометрия. М. : Медицина, 1990. 384 с.
2. Бодин О. Н., Кузьмин А. В. Синтез реалистичной поверхности модели сердца // Медицинская техника. 2006. № 6. С. 15–18.
3. Патент № 2 372 844 С1 Российская Федерация, МПК А61В 6/00, А61В 5/107. Способ автоматического определения размеров и положения сердца пациента по флюорографическим снимкам / Бодин О. Н., Кузьмин А. В., Семенкин М. А., Моисеев А. Е. ; № 2008123240/14 ; заявл. 16.06.2008 ; опубл. 20.11.2009.
4. Visual Studio – это способ разработки программного обеспечения // Официальный сайт компании Microsoft. URL: <https://visualstudio.microsoft.com> (дата обращения: 27.05.2023).
5. Unity, платформа разработки в реальном времени // Официальный сайт Unity. URL: <https://unity.com/ru> (дата обращения: 27.05.2023).
6. Шишкин В. В., Гераськина С. Т., Шишкина О. Ю. Трехмерное моделирование в среде Blender : учеб. пособие. Ульяновск : УлГТУ, 2010. С. 15.
7. Свободная объектно-реляционная система управления базами данных // Официальный сайт PostgreSQL. URL: <https://www.postgresql.org> (дата обращения: 27.05.2023).

СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

УДК 004.94

КОМБИНИРОВАННЫЙ СПОСОБ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗОК ГЕНЕРИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

Д. С. Агарков¹, А. Г. Кравец², А. А. Константинов³

*^{1,2}Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Россия*

³Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва, Россия

¹ agarckov.dim@yandex.ru

² AllaGKravets@yandex.ru

³ 88_slam_88@mail.ru

Аннотация. Рассматриваются вопросы снижения количества топлива, расходуемого ТЭС на производство тепловой и электрической энергии по средствам оптимального распределения нагрузок. Представлен способ постановки и решения задачи распределения тепловой и электрической мощности на заданном составе генерирующего оборудования. Методология решения подразумевает комбинированное использование генетических алгоритмов и градиентных методов.

Ключевые слова: снижение топливных затрат, ТЭС, алгоритм оптимального распределения нагрузок, генетические алгоритмы, градиентные методы

A COMBINED METHOD FOR OPTIMAL DISTRIBUTION OF GENERATING EQUIPMENT LOADS

D. S. Agarkov¹, A. G. Kravets², A. A. Konstantinov³

^{1,2}Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia

³National Research University "MPEI" Moscow, Russia

¹ agarckov.dim@yandex.ru

² AllaGKravets@yandex.ru

³ 88_slam_88@mail.ru

Abstract. The aim of this work is to reduce the amount of fuel consumed by a thermal power plant (TPP) to produce thermal and electric energy by means of optimal load distribution. This paper presents a method for formulating and solving the problem of distributing thermal and electrical power based on a given composition of generating equipment. The methodology of solving implies the combined use of genetic algorithms and gradient methods.

Keywords: reduction of fuel costs, thermal power plant, algorithm for optimal load distribution, genetic algorithms, gradient methods

На сегодняшний день установленная электрическая мощность ТЭС составляет 66,14 % ЕЭС России [1]. Повышение экономичности работы оборудования ТЭС является крайне актуальной задачей. При этом экономичность работы станций в определяющей степени зависит от количества расходуемого топлива. Таким образом, актуальность работы обусловлена необходимостью снижения количества топлива, расходуемого на производство тепловой и электрической энергии.

Один из наиболее перспективных способов [2] решения поставленной задачи сводится к оптимальному распределению тепловой и электрической нагрузки между генерирующим оборудованием, при котором достигается минимальный расход топлива. Исходная задача может быть декомпозирована на две подзадачи:

- 1) Оптимальное распределение нагрузок при известном составе генерирующего оборудования;
- 2) Определение оптимального состава генерирующего оборудования.

В докладе рассматривается решение задачи 1, постановка которой может отличаться в зависимости от технологической схемы ТЭС. В силу того, что наибольшее распространение имеют ТЭС с поперечной технологической схемой далее будет рассматриваться данный частный случай. Методология решения поставленной задачи подразумевает комбинированное использование генетических алгоритмов и градиентных методов оптимизации [3]. Для решения задачи 2 предлагается использовать ранее разработанный алгоритм, базирующийся на идеях градиентных методов [4].

Постановка задачи: поперечные связи между генерирующим оборудованием обеспечивают совместную выработку пара группой котлов в общий паропровод, из которого в последствии происходит распределение пара на группу турбоагрегатов, производящих выработку и электрической мощности (N_{ct}) и тепловой энергии. В общем случае тепловая энергия разделяется на теплофикационный (Q_{ct}^T) и промышленный ($Q_{ct}^П$) отборы. Расход пара на i -й турбоагрегат определяется некоторой известной функцией $D_{0i}^{TA}(N_i, Q_i^T, Q_i^П)$. Оптимизацию предлагается производить в два этапа.

На первом этапе предлагается определить минимально возможное количество пара $D_0^{TA}(\bar{N}, \bar{Q}^T, \bar{Q}^П)$, требуемое для производства турбинами заданного количества тепловой и электрической мощности.

$$\left\{ \begin{array}{l} D_0^{TA}(\bar{N}, \bar{Q}^T, \bar{Q}^П) = \sum_{i=1}^M D_{0i}^{TA}(N_i, Q_i^T, Q_i^П) \rightarrow \min \\ \sum_{i=1}^M N_i = N_{ct} \\ \sum_{i=1}^M Q_i^T = Q_{ct}^T \\ \sum_{i=1}^M Q_i^П = Q_{ct}^П \end{array} \right.$$

где N_{ct} , Q_{ct}^T , $Q_{ct}^П$ – нагрузки, которые требуется распределить; M – количество паровых турбин, участвующих в распределении нагрузки; D_{0i}^{TA} – функция определя-

ющая расход пара в голову i -й турбины при заданных значениях электрической мощности – N_i , Т-отборе – Q_i^T , П-отборе – $Q_i^П$.

Таким образом, целевая функция представляет собой суммарный расход пара в голову турбин, участвующих в распределении. Задача оптимизации имеет ограничения типа равенство, которые обуславливаются тем, что суммарные значения нагрузок должны строго соответствовать требуемым значениям, которые определяются в результате прогнозирования и принимаются в качестве исходных данных. При этом режим работы некоторой турбины, определяемый значениями N_i , Q_i^T , $Q_i^П$ не всегда является технологически реализуемым и определяются сложной системой условных неравенств, которые определяются в результате решения задач аппроксимации диаграмм режимов работы турбин.

Для решения поставленной задачи предлагается использовать генетический алгоритм решения, обладающий хорошей способностью находить глобальные оптимумы с учетом сильных условных ограничений [5]. Алгоритм решения в таком случае выглядит следующим образом:

1. Определение целевой функции согласно выражению, представленному выше;
2. Создание начальной популяции, каждый экземпляр которой удовлетворяет ограничениям;
3. Если количество поколений $i < 10\ 000$;
 - размножение (скрещивание);
 - мутирование;
 - вычисление значений целевой функции для всех особей, проверка ограничений;
 - формирование нового поколения.
4. Определение оптимального решения.

На втором этапе предлагается производить оптимизацию расхода топлива на группе котлов.

$$\left\{ \begin{array}{l} B_0(\overline{D_0^{KA}}) = \sum_{j=1}^L B_{0j}(D_{0j}^{KA}) \rightarrow \min \\ \sum_{j=1}^L D_{0j}^{KA} = D_0^{TA}(\overline{N_{\text{опт}}}, \overline{Q_{\text{опт}}^T}, \overline{Q_{\text{опт}}^П}) \\ D_{0j,\min} \leq D_{0j}^{KA} \leq D_{0j,\max} \end{array} \right.$$

где L – количество паровых котлов, участвующих в распределении паропроизводительности; $D_0^{TA}(\overline{N_{\text{опт}}}, \overline{Q_{\text{опт}}^T}, \overline{Q_{\text{опт}}^П})$ – минимальный расход пара, требуемый для работы паровых турбин. Определяется в результате решения задачи (1); $B_{0j}(D_{0j}^{KA})$ – известные функции определяющие зависимость расхода условного топлива B_{0j} от паропроизводительности D_{0j}^{KA} j -го котла; $D_{0j,\min}$, $D_{0j,\max}$ – функции, определяющие предельные значения паропроизводительности на j -м котле.

Таким образом, в результате работы разработан способ решения задачи распределения тепловой и электрической мощности на заданном составе генерирующего оборудования. Решение задачи в предлагаемой постановке позволит эффективно управлять топливными ресурсами ТЭС. Результаты работы могут быть масштабированы на произвольную ТЭС с поперечной технологической схемой.

Список литературы

1. Единая энергетическая система России // Системный оператор единой энергетической системы. URL: <https://www.so-ups.ru/functioning/ees/ups2022/> (дата обращения: 15.10.2023).
2. Viet N. T., Kravets A. G. The new method for analyzing technology trends of smart energy asset performance management // *Energies*. 2022. № 15. С. 6613.
3. Kravets A. G., Egunov V. The Software Cache Optimization-Based Method for Decreasing Energy Consumption of Computational Clusters // *Energies*. 2022. Vol. 15, № 20. С. 7509. doi: 10.3390/en15207509
4. Агарков Д. С., Агаркова Д. С., Константинов А. А. Разработка алгоритма поиска оптимальных режимов работы ТЭС по критериям экономичности и надежности // Проблемы и перспективы реализации междисциплинарных исследований : сб. ст по итогам Междунар. науч.-практ. конф. (Воронеж, 15 мая 2023 г.). Стерлитамак : Агентство международных исследований, 2023. С. 127–129.
5. Вирсански Э. Генетические алгоритмы на Python / пер. с англ. А. А. Слинкина. М. : ДМК Пресс, 2020. 286 с.

УДК 004.021

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТОХАСТИЧЕСКИХ И ГРАДИЕНТНЫХ ПОДХОДОВ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ МАРШРУТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКИ

С. В. Акмашев¹, И. Ю. Балашова²

^{1,2}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹akmashev2002@gmail.com

²irs-80@mail.ru

Аннотация. Проведено сравнение стохастических и градиентных алгоритмов, представленных методом ветвей и границ, «жадным», муравьиным и генетическим алгоритмами, к решению задачи коммивояжера с учетом специфики ее приложения в транспортной логистике. Показаны преимущества применения муравьиного алгоритма к решению данной задачи. Предложен способ повышения эффективности работы муравьиного алгоритма, основанный на модификации исходной задачи, для оптимизации маршрутов транспортной логистики.

Ключевые слова: транспортная логистика, задача коммивояжера, муравьиный алгоритм, генетический алгоритм, метод ветвей и границ, «жадный» алгоритм

COMPARATIVE ANALYSIS OF STOCHASTIC AND GRADIENT APPROACHES TO SOLVING PROBLEMS OF OPTIMIZATION OF TRANSPORT LOGISTICS ROUTES

S. V. Akmashev¹, I. Y. Balashova²

^{1,2}Penza State University, Penza, Russia

¹akmashev2002@gmail.com

²irs-80@mail.ru

Abstract. A comparison was made of stochastic and gradient algorithms, represented by the branch and bound method, “greedy”, ant and genetic algorithms, for solving the traveling salesman problem, taking into account the specifics of its application in transport logistics. The advantages of using the ant algorithm to solve this problem are presented. A method has been proposed to increase the efficiency of the ant algorithm, based on modification of the original problem, to optimize transport logistics routes.

Keywords: transport logistics, traveling salesman problem, ant algorithm, genetic algorithm, branch and bound method, “greedy” algorithm

Одной из актуальных задач транспортной логистики является задача оптимизация маршрута транспорта при доставке грузов. Данная задача является одной из фундаментальных задач комбинаторной оптимизации и известна как задача коммивояжера. Задача коммивояжера является одной из наиболее известных NP-сложных задач и состоит в поиске кратчайшего гамильтонова цикла в графе. Одной из особенностей ее приложения в сфере логистики является большое число вершин графа, которые должен посетить коммивояжер, что влияет на эффективность применения известных алгоритмов решения данной задачи.

На рис. 1 представлены распространенные подходы решения задачи коммивояжера.

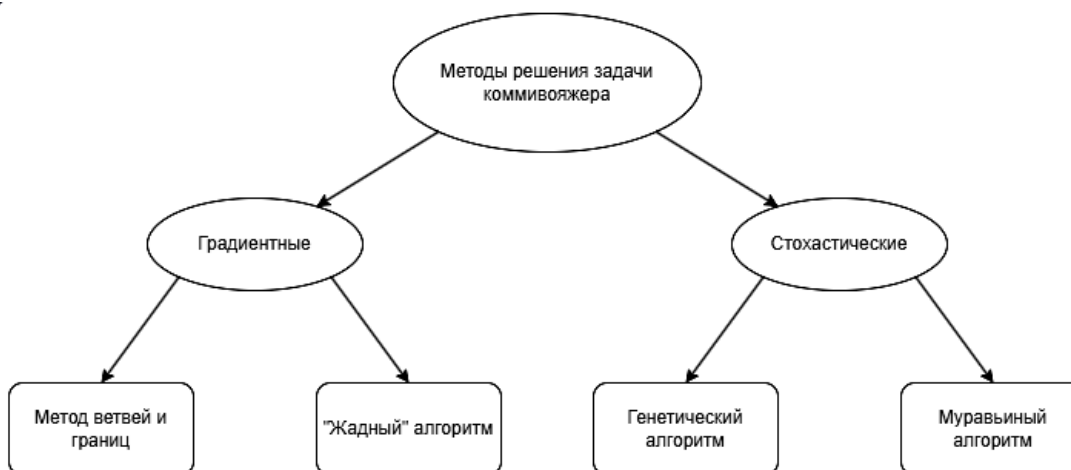


Рис. 1. Наиболее популярные подходы решения задачи коммивояжера

Метод ветвей и границ (МВГ) основан на построении дерева решений, в котором каждая ветвь представляет собой возможный путь коммивояжера, а каждая граница – оценку нижней границы для данного пути. Основные преимущества ме-

тогда ветвей и границ в решении задачи коммивояжера заключаются в гарантированном оптимальном решении и возможности использования различных эвристических правил. Особенностью метода является построение дерева решений, что в случае большого числа вершин может затруднить вычисление и увеличить затраты вычислительных ресурсов до больших значений [1].

Жадный алгоритм является простым и быстрым алгоритмом для решения задачи коммивояжера, однако он не гарантирует нахождение оптимального маршрута. Одним из возможных исходов может быть отсутствие результата или субоптимальное решение [2].

Генетический алгоритм – это эвристический метод поиска, который применяется в задачах комбинаторики разного спектра, включающих в себя оптимизацию и моделирование. Данный алгоритм основан на биологической эволюции, он осуществляет постепенную оптимизацию с помощью механизма «скрещивания», что аналогично естественной эволюции в природе. Основной особенностью метода является возможность поиска путем комбинирования и изменения конечного решения, близкого к идеальному. Генетический алгоритм обладает рядом преимуществ, включая гибкость настройки параметров, что позволяет эффективно использовать эвристику, возможность выбора оптимальных решений с использованием градиентного спуска и возможность параллельной работы. Однако одним из его недостатков является недоказанность сходимости [3].

Муравьиный алгоритм (МА) – алгоритм, применяемый для решения задачи коммивояжера с использованием роевого интеллекта. Алгоритм представляет из себя механизм, основанный на адаптации колонии муравьев (агентов) в решении задачи построения маршрута в природе. Он основан на взаимодействии простых агентов единой системы с помощью специальных пометок на маршруте. К основным преимуществам муравьиного алгоритма можно отнести гарантию нахождения приближенного оптимального решения, а также высокую адаптивность к изменениям в среде, как, например, удаление и добавление городов. Недостатками алгоритма являются высокая вычислительная сложность, а также зависимость от настроечных параметров [4].

Для сравнения стохастических и градиентных алгоритмов были выполнены вычислительные эксперименты для 10, 20, ..., 50 точек маршрута. Для программной реализации были взяты матрицы расстояний между точками. В качестве среды исполнения был использован персональный компьютер с 64-разрядной ОС Windows 10 с процессором AMD Ryzen 5 3600 с тактовой частотой 3.59 ГГц. В качестве инструмента реализации алгоритмов был выбран язык программирования C++. В качестве показательных параметров для сравнения были выбраны L (км) – длина построенного маршрута за конечное число итераций для заданного количества точек и T(с) – время, занимаемое алгоритмом для выполнения. Результаты подсчета приведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты подсчета характеристик сравниваемых алгоритмов

N	Градиентные алгоритмы				Стохастические алгоритмы			
	МВГ		ЖА		ГА		МА	
	L(км)	T(с)	L(км)	T(с)	L(км)	T(с)	L(км)	T(с)
10	25,51	0,0942	26,09	0,0010	25,95	0,1110	26,20	0,1240
20	52,67	252,2904	73,87	0,0010	58,88	1,4030	59,01	1,0278
30	–	–	125,06	0,0011	97,91	3,9040	92,38	3,1569
40	–	–	197,77	0,0020	178,57	6,8710	169,62	5,3800
50	–	–	230,51	0,0021	212,29	11,4390	201,54	10,9205

Из таблицы 1 видно, что наилучшим образом на малом числе точек проявили себя градиентные алгоритмы. При большем числе точек маршрута, что типично для задач транспортной логистики, стохастические алгоритмы проявили себя лучше, в то время как использование градиентных алгоритмов было не применимо в силу несопоставимых затрат по времени исполнения. Среди стохастических алгоритмов МА находит оптимальные маршруты быстрее, чем ГА, что определяет преимущества его применения для решения задачи оптимизации маршрутов транспортной логистики.

В условиях транспортной логистики часто возникает проблема вместимости груза для перевозок, что при большом числе точек маршрута требует задействование нескольких транспортных средств. Предположим есть несколько машин разной вместимости, которые будут рассчитываться каждой колонией отдельно (рис. 2).

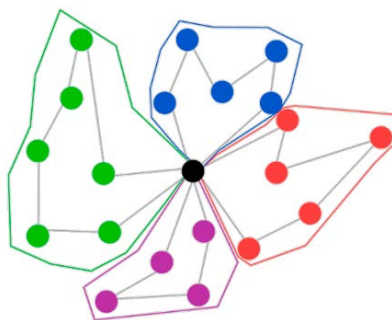


Рис. 2. Распределение маршрута в зависимости от вместимости груза

В данном примере тип груза определен цветом маршрута и точки. Выбор площадей маршрутов строится на основе ручного выбора типа товара и точек маршрута исходной задачи. В качестве более оптимального решения предлагается перераспределить товар в рамках одной перевозки, что позволит сократить расстояние, пройденное другой колонией (рис. 3).

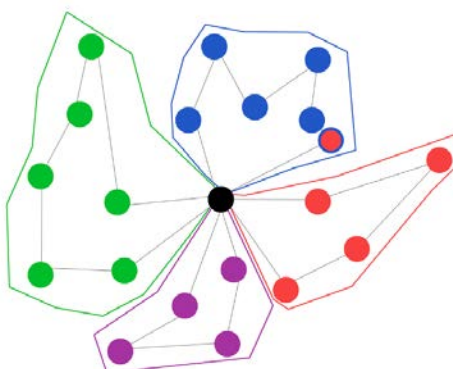


Рис. 3. Новые оптимальные маршруты перевозок

Таким образом, при передаче груза синей колонии для доставки в один из городов красной колонии приведет к меньшим расстояниям перевозок в колониях. Для автоматизации процесса перераспределения можно использовать глобальный перерасчет итераций алгоритма для возможных смежных городов, и если в этом глобальном маршруте найдется схожий переход между соседними колониями, то его можно использовать как оптимальный.

Проведен вычислительный эксперимент по сравнению стандартного муравьиного алгоритма без пересчета и муравьиного алгоритма с пересчетом возмож-

ных вершин. Исходная задача включала в себя несколько муравьиных колоний, 50 точек маршрута. Для сравнения были выбраны суммарная длина маршрута всех колоний $L(\text{км})$ и общее время исполнения алгоритма $T(\text{с})$. Результаты сравнения приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты подсчета характеристик стандартного МА и МА с пересчетом

	МА			
	Стандартный		С пересчетом	
	2 колонии	3 колонии	2 колонии	3 колонии
$L(\text{км})$	257,04	362,41	244,38	320,01
$T(\text{с})$	12,5829	15,0029	19,2760	22,0390

Таким образом, исходя из результатов сравнения, можно сделать о том, что дополнительные пересчеты с использованием муравьиного алгоритма для разных перевозок позволяют сократить общий маршрут перевозок, однако увеличивают общее время исполнения алгоритма.

Список литературы

1. Ваулин А. Е. Метод ветвей и границ // Задача коммивояжера. URL: <https://habr.com/ru/articles/560468/> (дата обращения: 14.10.2023).
2. Алексеев В., Таланов В. Жадные алгоритмы и матроиды // Графы и алгоритмы. URL: <https://intuit.ru/studies/courses/101/101/lecture/2966> (дата обращения: 13.10.2023).
3. Traveling Salesman Problem using Genetic Algorithm. GeeksForGeeks. URL: www.geeksforgeeks.org/traveling-salesman-problem-using-genetic-algorithm/ (дата обращения: 15.10.2023).
4. Губайдуллин Н. Муравьиный алгоритм. Задача коммивояжера. URL: <https://habr.com/ru/companies/timeweb/articles/754462/> (дата обращения: 15.10.2023).

УДК 004.83

О ПРОБЛЕМАХ КОММУНИКАЦИЙ С ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ

А. В. Печерский¹, Я. С. Балалаева²

^{1,2}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹ura258@yandex.ru

²ybalalaeva@mail.ru

Аннотация. Рассматриваются проблемы коммуникаций с искусственным интеллектом (ИИ). В современном мире все больше людей взаимодействуют с различными формами искусственного интеллекта, такими как голосовые помощники, автоматизированные системы обработки данных и роботы. Однако, несмотря на

прогресс в области искусственного интеллекта, взаимодействие с ними остается вызовом для людей. В работе подробно анализируются основные проблемы, возникающие в коммуникации с ИИ.

Ключевые слова: коммуникация, искусственный интеллект, виртуальное общение

ABOUT THE PROBLEMS OF COMMUNICATION WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE

A. V. Pechersky¹, Y. S. Balalaeva²

^{1,2}Penza State University, Penza, Russia

¹ura258@yandex.ru

²ybalalaeva@mail.ru

Abstract. The problems of communication with artificial intelligence (AI) are considered. In the modern world, more and more people are interacting with various forms of artificial intelligence, such as voice assistants, automated data processing systems and robots. However, despite the progress in the field of artificial intelligence, interaction with them remains a challenge for people. The paper analyzes in detail the main problems that arise in communication with AI.

Keywords: communication, artificial intelligence, virtual communication

Человек в процессе жизнедеятельности постоянно принимает различные решения. На основе своего жизненного опыта или по шаблонам, которые записаны как стереотипы поведения, у него формулируется ответ, как принять какое-либо решение. Возможны ситуации, когда люди не могут принять решение и сомневаются в его правильности. В случае, когда человеку не хватает информации, он обязательно должен поговорить и посоветоваться с людьми. Отсюда возникает вопрос: зачем люди в принципе общаются друг с другом?

В нашей голове уже существуют приоритеты, которые подразделяются на более и менее важные. Через фильтры приоритетов мы пропускаем все, что воспринимаем через органы чувств. Однако под большим потоком информации мы не всегда успеваем ее принять, усвоить и связать с определенным событием. В результате мозг человека запоминает информацию, которая может ему доставлять дискомфорт (тяготить), но человек не знает, что с этим делать. Для решения этой проблемы ему необходимо пообщаться с людьми и рассказать данную информацию. Общение - потребность самовыражения.

Фактически он ждет ответа, насколько он правильно поступил в той или иной ситуации, то есть он сам не может рассудить свои поступки, а люди могут.

Существует две причины общения людей:

- 1) необходимость принятия решения и незнание как правильно принять его;
- 2) получить оценку своим действиям.

Вышеуказанные причины нужны, чтобы сформировать образы тех событий/явлений, которые нам нужны в жизни для принятия решений.

Общий алгоритм принятия решений человеком при общении можно представить рисунком 1.

Живое общение, которое всегда помогало человеку, теперь стало виртуальным. Таким образом, информационное общество нивелирует возможность челове-

ка общаться напрямую с другими людьми и в результате образуется виртуальное общение. Стоит отметить, что виртуальное общение может быть и с людьми, например, программа для видеоконференций – Zoom, и с искусственным интеллектом.

В настоящее время отсутствует четкое закрепление нормативно-правовым актом определения «искусственный интеллект» (далее – ИИ). ИИ – набор методов и моделей, получающий данные и делающий определенный вывод на их основе.

Используя ИИ, мы должны учесть, кто его создал, какой менталитет заложен, и какая парадигма использовалась для его создания. В основе виртуальных машин находится обучение, воображение, восприятие и память.

Стратегию поведения ИИ закладывает человек, а именно компьютерный лингвист или специалист по машинному обучению. Он также обучает машину грамматике и фонетике, доводя до идеала.

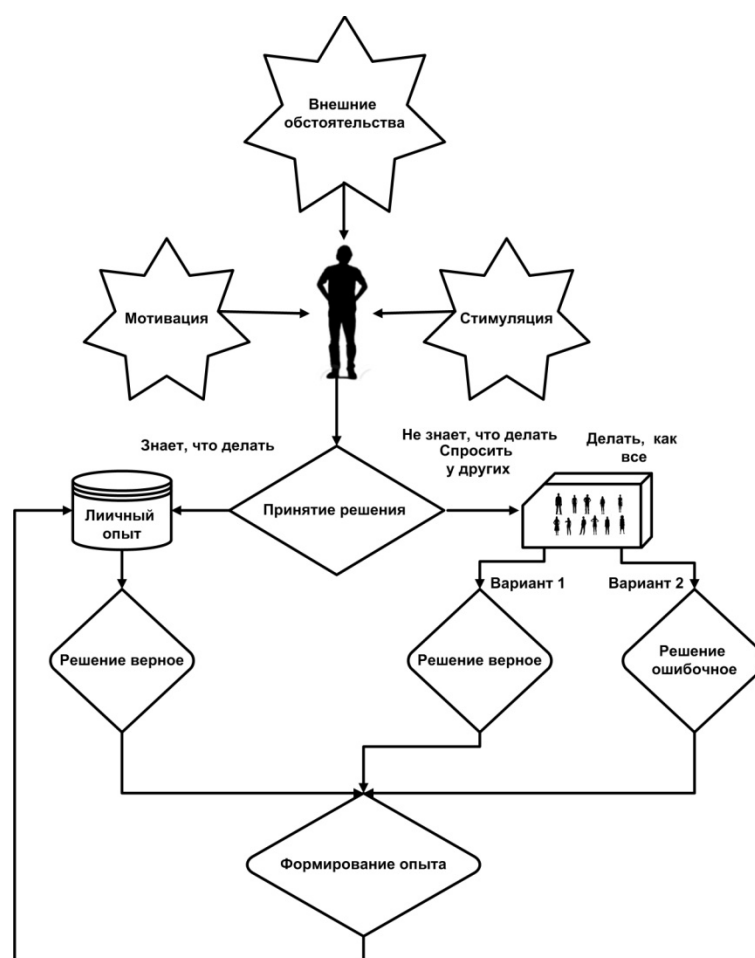


Рис. 1. Обобщенный алгоритм принятия решений человеком в социальном общении

Мораль ИИ строится на основе человеческих норм о допустимом и недопустимом, добре и зле. Машина принимает решения не исходя из своих личных побуждений, а на основе человеческих норм. Но ведь у каждого человека есть свои нравственные принципы отличные от других. Социальный тип личности заложен в основу ИИ, так как он имеет знания, убеждения и т.д.

Ни для кого не секрет, что ИИ понимает слова, вступает в диалог, может дать оценку, даже подсказать что-то. Однако тут возникает вопрос: в какой мере правильный ответ он дает человеку в каждой жизненной ситуации? [1]. В качестве

примера ИИ стоит привести первоначальную процедуру выдачи кредита, в которой интеллект одобряет вашу кандидатуру или отсеивает, обуславливая нестабильной платежеспособностью.

Стоит отметить, что выдающиеся люди такие, как Илон Маск, руководитель Tesla, сооснователь Pinterest Эван Шарп и сооснователь Apple Стив Возняк написали открытое письмо, где призывают приостановить разработку и обучение ИИ. Причина заключается в вытеснении квалифицированных людей из трудовой сферы и замена их на ИИ. Не исключено, что система выполняет более производительную работу, чем человек, который может ошибиться. Однако уже в большей части страны произошла замена людей на роботов на рабочем месте и это тоже является проблемой, ведь люди теряют работу.

Интеллект может воздействовать на общество через факторы общения. Мы не можем предугадать, какую информацию он выдаст для принятия решения, какую даст оценку поступкам. ИИ действует формально. Отсюда получается проблема философская [1]. А какую философию исповедует этот ИИ? На каких позициях он стоит, чтобы дать правильную оценку происходящего в мире? Оценки бывают не только количественные и качественные, но еще и политические.

Таким образом, можно сформулировать следующий вывод, человек является элементом социума, которому необходимо общение. Оно помогает получить оценку своим совершенным действиям и дать ответы на вопросы. В этом случае ИИ подменяет людей, которые могли бы окружать этого человека. Получается интеллект – механизм воздействия на людей. Очень много философских вопросов в работе ИИ [2,3]. Развитие ИИ может привести к воздействию на психику людей, где ИИ будет выступать инструментом воздействия, а не в роли помощника. Хотелось бы, чтобы ИИ помогал человеку именно по решению задач, его развитию, а не наоборот.

Список литературы

1. Шкерина Т. И., Орешников И. М. Философские размышления о проблеме искусственного интеллекта // История и педагогика естествознания. 2017. № 4. С. 5–11.
2. Мешков В. Е., Кочковая Н. В., Чураков В. С. Методологические основы и основные парадигмы и направления развития искусственного интеллекта // Проблемы науки. 2015. № 5 (35). С. 65–74.
3. Степаненко А. С., Степаненко Д. А. Перспективы развития искусственного интеллекта в научном освоении мира // Baikal Research Journal. 2019. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-razvitiya-iskusstvennogo-intellekta-v-nauchnom-osvoenii-mira> (дата обращения: 13.09.2023).

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ ГЕТЕРОГЕННЫХ ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЯ СИНГУЛЯРНОГО РАЗЛОЖЕНИЯ

А. Ю. Безрученко¹, А. Г. Кравец²

*^{1,2}Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Россия*

¹alexei.bezruchenko@yandex.ru

²AllaGKravets@yandex.ru

Аннотация. В последнее время актуальна проблема обработки гетерогенных данных. Чтобы ускорить их обработку, можно использовать сингулярное разложение (SVD) для снижения размерности данных. Показано, что распараллеливание SVD под GPU позволяет увеличить скорость его работы.

Ключевые слова: гетерогенные данные, сингулярное разложение, SVD, GPU

INCREASING EFFICIENCY OF HETEROGENOUS DATA PROCESSING WITH SVD PARALLELIZATION

A. Y. Bezruchenko¹, A. G. Kravets²

^{1,2}Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia

¹alexei.bezruchenko@yandex.ru

²AllaGKravets@yandex.ru

Abstract. Recently the problem of heterogenous data analysis became relevant. Singular value decomposition (SVD) can be used to reduce dimensionality of data and speed up data processing. This work shows that parallelization of SVD to make use of GPU can speed it up.

Keywords: heterogenous data, singular value decomposition, SVD, GPU

Обработка гетерогенных данных – актуальная в последнее время проблема. Она может пригодиться, например, при анализе оценок товаров и составления рекомендаций [1] или для анализа данных об рейтинге, цене и других параметров видеоигр, чтобы лучше понимать их аудиторию [2].

SVD при анализе данных можно использовать, например, для уменьшения размерности данных и ускорения их обработки. Например, в работе [1] представлен пример использования гибридного подхода для анализа гетерогенных данных, использующего SVD и билинейное сходство для ранжирования продуктов.

Еще больше процесс анализа можно ускорить, используя GPU для вычисления SVD. В данной работе описывается процесс распараллеливания вычисления SVD методом Якоби.

Сингулярным разложением (singular value decomposition, SVD) матрицы M порядка $m \times n$ является разложение следующего вида:

$$M = U \Sigma V^*,$$

где Σ – матрица размера $m \times n$ с неотрицательными элементами, у которой элементы, лежащие на главной диагонали – это сингулярные числа (а все элементы, не лежащие на главной диагонали, являются нулевыми), а матрицы U (порядка m) и V (порядка n) – это две унитарные матрицы, состоящие из левых и правых сингулярных векторов соответственно (а V^* – это сопряженно-транспонированная матрица к V) [3].

Существует несколько алгоритмов вычисления SVD:

- 1) QR-итерация
- 2) «Разделяй и властвуй»
- 3) Метод Якоби

В работе [1] не указан используемый алгоритм; в нашей работе мы выбрали метод Якоби. Кратко его можно представить в виде псевдокода, представленного ниже.

Алгоритм 1. Метод Якоби

Дано: матрица A размером $m \times m$

Инициализируем U и Vt как единичные матрицы

Пока выполняется условие останова:

 Для каждого поддиагонального элемента с индексами j, k :

 Вызываем `jacobi_rotation(A, m, j, k, u, vt)`

Инициализируем массив s длиной m

Для i от 0 до m :

$s[i]$ = сумма элементов в i -той колонке A

Результат: U, s, Vt

Метод останавливается, когда все поддиагональные элементы меньше заданного порога. Метод `jacobi_rotation` в виде псевдокода выглядит следующим образом:

Алгоритм 2. Метод `jacobi_rotation`

Дано: матрица A размером $m \times m$, индексы j и k , матрицы U и Vt

Заполняем матрицу поворота R и ее транспонированную версию Rt на основе значений по индексам (j, j) , (j, k) , (k, j) , (k, k) .

Вычисляем $A = R \times A \times Rt$, $Vt = R \times Vt$, $U = U \times Rt$

Результат: измененные матрицы A, U, Vt

Матрица R подбирается так, чтобы занулить элемент с индексами j, k . Перемножение матриц можно вынести на GPU, тем самым ускорив его. Более того, можно параллельно выполнять несколько умножений, так как в методе `jacobi_rotation` вычисления новых значений A, Vt и U не зависят друг от друга.

Большую часть остальных действий (проверка условия останова, инициализация матриц, заполнение R и Rt , получение сумм столбцов, вспомогательные функции) можно также выполнять на GPU. Это не дает сильного прироста производительности само по себе, так как большая часть времени выполнения метода уходит на перемножение матриц, но это избавляет нас от необходимости пересылать данные с GPU в оперативную память.

Сначала была реализована версия для CPU (C++), а затем она была переписана под GPU (CUDA). Сравним версию на GPU (с 512 потоками) и на CPU (рис. 1). Время дано в секундах, измерялось среднее из 5 тестов, тест проводился на квадратных матрицах, оборудование: процессор Ryzen 5 2600, видеокарта Nvidia GTX 1650. Как видно, на достаточно больших матрицах (между 400 и 500) GPU работает быстрее, чем CPU.

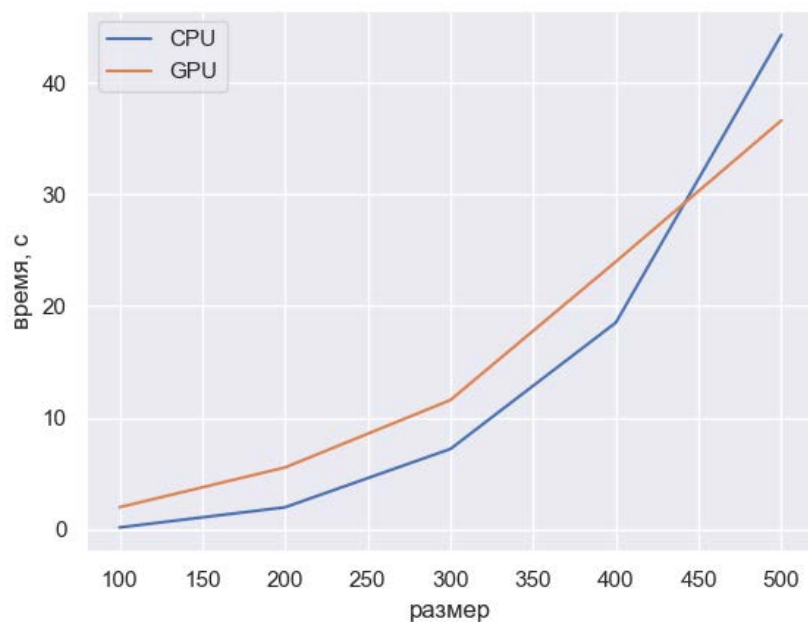


Рис 1. Сравнение версий под CPU и GPU

Таким образом, распараллеливание сингулярного разложения под GPU может ускорить его работу при большом размере матрицы.

Список литературы

1. Sabharwal C. L., Anjum B. An SVD-Entropy and bilinearity based product ranking algorithm using heterogeneous data // Journal of Visual Languages & Computing. 2017. № 41. P. 133–141.
2. Boric Sandra, Strauss Christine. Systematic Retrieval and Analysis of Heterogeneous Online Retail Platform Data to Support Customer Targeting in Gaming Business. 2022. URL: link.springer.com
3. Сингулярное разложение (нахождение сингулярных значений и векторов). URL: <https://algowiki-project.org/ru/>

УДК 004.8

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ, НЕЙРОННЫЕ СЕТИ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

В. И. Горбаченко

Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

gorvi@mail.ru

Аннотация. Проведен анализ понятий искусственного интеллекта и машинного обучения, как основы современного искусственного интеллекта. Рассмотрены принципы построения и обучения нейронных сетей, проанализированы полносвязные, сверточные, рекуррентные нейронные сети и модели с архитектурой

«трансформер». Показаны перспективные направления применения нейронных сетей, а также проблемы и потенциальные опасности широкого использования искусственного интеллекта.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, нейронные сети, обучение нейронных сетей, полносвязные нейронные сети, сверточные нейронные сети, рекуррентные нейронные сети, трансформеры, применение искусственного интеллекта

ARTIFICIAL INTELLIGENCE, NEURAL NETWORKS AND PROMISING DIRECTIONS OF THEIR APPLICATION

V. I. Gorbachenko

Penza State University, Penza, Russia

gorvi@mail.ru

Abstract. The concepts of artificial intelligence and machine learning as the basis of modern artificial intelligence are analyzed. The principles of construction and training of neural networks are considered, fully connected, convolution, recurrent neural networks and models with transformer architecture are analyzed. Promising directions of application of neural networks are shown, as well as problems and potential dangers of wide use of artificial intelligence.

Keywords: artificial intelligence, machine learning, neural networks, neural network training, fully-connected neural networks, convolution neural networks, recurrent neural networks, transformers, applications of artificial intelligence

В настоящее время наблюдается настоящий информационный бум вокруг искусственного интеллекта. Информационный бум вокруг современного искусственного интеллекта объясняется комбинацией научных достижений, доступности данных, вычислительной мощности и роста интереса общества к этой теме.

1. Прорывы в исследованиях и разработках. В последние годы получили развитие математические методы и алгоритмы машинного обучения. Искусственный интеллект достиг значительных успехов в таких областях, как компьютерное зрение, обработка естественного языка и автоматическое обучение. Эти прорывы привели к созданию новых продуктов и сервисов, которые привлекают широкую общественность.

2. Увеличение доступности данных. Развитие технологий сбора и хранения данных, а также рост интернета и социальных медиа, привели к огромному объему доступных данных. Это позволяет использовать машинное обучение и искусственный интеллект для анализа и извлечения ценной информации из этих данных.

3. Развитие вычислительной мощности, массовое применение графических ускорителей (GPU). С появлением более мощных компьютеров и развитием облачных вычислений, стало возможным обрабатывать и анализировать большие объемы данных быстрее и эффективнее. Это позволяет реализовывать сложные алгоритмы и модели искусственного интеллекта.

4. Рост интереса и внимания к теме. Широкий доступ к информации и повышенное осведомление о технологических достижениях привлекает внимание общества. СМИ активно освещают новости искусственного интеллекта, а также его потенциальные преимущества и риски. Это создает информационный бум и спо-

способствует обсуждению искусственного интеллекта. Особенно наблюдается бум интереса к генеративному искусственному интеллекту. Компания OpenAI открыла доступ к GPT (Generative Pre-trained Transformer) [1], позволяющему генерировать тексты и изображения. Midjourney [2], генерирует картинки по текстовому описанию. В России Яндекс запустил YandexGPT (ya.ru), позволяющий с помощью виртуальный голосовой помощник Алиса генерировать тексты. Кроме Алисы в России популярны голосовые помощники Маруся (VK), Салют (Сбер). Сбер разработал модель Kandinsky 2.2 [3], генерирующей изображения по текстовому описанию. Нейронная сеть GigaChat Сбера [4] позволяет генерировать текст и картинки.

Общепринятое определение искусственного интеллекта отсутствует. Например, ChatGPT дает такое определение: "Искусственный интеллект – это область компьютерных наук, которая занимается созданием программ и систем, способных выполнять задачи, требующие интеллектуальных способностей человека". Примерно такое же определение дает и ГОСТ Р 59277–2020 [5]. Принято выделять сильный и прикладной искусственный интеллект. Сильный искусственный интеллект (Strong AI) относится к созданию искусственного интеллекта, способного полностью имитировать человеческое мышление и разум. Такой интеллект должен обладать самосознанием, сознательностью и способностью к абстрактному мышлению. Он должен обучаться самостоятельно и принимать решения, как человек. Однако, на данный момент сильный искусственный интеллект является только целью для науки и объектом академических и философских дебатов. Прикладной искусственный интеллект (Applied AI) относится к созданию искусственного интеллекта, способного выполнять конкретные задачи в рамках определенной области. Такой интеллект может быть разработан для автоматизации процессов, анализа данных, решения определенных задач или создания интеллектуальных систем. Примерами прикладного искусственного интеллекта служат голосовые помощники, системы распознавания образов, автономные автомобили и другие технологии, которые уже вошли в повседневную жизнь.

С самого зарождения искусственного интеллекта в нем конкурируют два направления: основанное на логическом выводе и основанное на машинном обучении. Основанное на логическом выводе направление в искусственном интеллекте создает системы, которые могут получать логические выводы на основе предоставленных им знаний и правил с использованием формальной логики. Преимущество этого направления заключается в его способности к точным и строгим рассуждениям, что позволяет достигать высокой степени надежности и предсказуемости. Этот подход имеет строгое математическое обоснование, но требует формулирования человеком фактов и правил, что для большинства реальных задач, например, для распознавания сложных изображений, реально невозможно сделать. Основная идея основанного на машинном обучении направления в искусственном интеллекте состоит в том, чтобы создать системы, которые могут извлекать знания и делать выводы на основе обучения на больших объемах данных. Машинное обучение – это автоматическая настройка математических моделей, в результате чего качество работы этих моделей повышается [6]. Это направление включает в себя использование классических методов машинного обучения, таких как регрессия, байесовский классификатор, деревья решений, метод опорных векторов, кластеризация, и методов глубокого обучения, основанного на нейронных сетях. Все самые впечатляющие достижения современного искусственного интеллекта основаны на сложных нейронных сетях – глубоких нейронных сетях, которые не требуют выявления признаков. Недостатком современных систем машинного обучения является то, что они не могут объяснить принимаемые ими ре-

шения. Другой недостаток – большие затраты компьютерных мощностей для обучения глубоких нейронных сетей.

Методы искусственного обучения являются основой науки о данных (Data Science) — междисциплинарной области знаний, которая изучает методы сбора, анализа и интерпретации больших объемов данных с целью выявления скрытых взаимосвязей и понимания поведения объектов, явлений и процессов.

Основными видами машинного обучения являются следующие.

1. Обучение с учителем (supervised learning), или обучение по прецедентам. Алгоритмы обучения с учителем используют размеченные данные (где для каждого примера имеется правильный ответ) для обучения модели и предсказания правильных ответов для новых данных. Примерами задач на обучение с учителем являются задачи регрессии и классификации. Классификация – это отнесение объекта к одному из известных классов, например, распознавание изображения. Поэтому классификацию называют еще распознаваем. Регрессия – это предсказание значения некоторой функции. Например, предсказание рыночной цены квартиры по ее характеристикам.

2. Обучение без учителя (unsupervised learning). Алгоритмы обучения без учителя используют неразмеченные данные для выявления скрытых закономерностей, группировки данных или поиска аномалий. Примерами являются задачи кластеризации и снижения размерности.

3. Обучение с подкреплением (reinforcement learning). Алгоритмы обучения с подкреплением учатся принимать последовательные решения в динамической среде, где они получают положительные или отрицательные «награды» в зависимости от своих действий. Примерами являются алгоритмы Q-обучения и глубокого обучения с подкреплением.

С процессом машинного обучения связаны две проблемы: недообучение (underfitting) и переобучение (overfitting). Недообучение происходит, когда модель не способна обобщить данные обучающего набора и не может достичь высокой точности на новых наблюдениях. Это происходит, когда модель слишком проста или не имеет достаточно информации для обучения. Переобучение, напротив, происходит, когда модель слишком хорошо подстроена под конкретный обучающий набор данных и не может обобщить свои знания на новые данные. В таком случае модель «запоминает» обучающий набор и не способна адекватно реагировать на изменения в данных. Переобученная модель может давать очень высокую точность на обучающем наборе, но плохо справляется с новыми данными. Для борьбы с недообучением следует использовать более сложные модели или добавлять больше признаков в данные. Для обнаружения переобучения модель должна обучаться на одном наборе данных, а тестироваться на другом. Для борьбы с переобучением используются математические методы регуляризации.

Машинное обучение основано на данных и невозможно построить модель машинного обучения без привязки к конкретным данным. Эта особенность образно называется «теоремой об отсутствии бесплатных завтраков» (NFL – No Free Lunch), хотя существует строгая математическая теория этого положения [7]. «Теорема об отсутствии бесплатных завтраков» означает, что для каждой задачи необходимо экспериментально исследовать различные модели машинного обучения и выбирать лучшую.

Рассмотрим принципы построения и обучения нейронных сетей. В большинстве современных нейронных сетей искусственные нейроны работают не как биологические нейроны. Биологические нейроны обмениваются импульсами (спайками), частота которых зависит от степени возбуждения нейрона. Так работают нейроны в пока очень немногочисленных спайковых нейронных сетях [8].

В большинстве современных нейронных сетей искусственные нейроны вычисляют сумму входов, умноженных на весовые коэффициенты, и нелинейно преобразуют взвешенную сумму с помощью функции активации.

Первыми были разработаны полносвязные нейронные сети, состоящие из слоев не связанных внутри слоя нейронов. Каждый нейрон слоя получает сигналы от выходов каждого нейрона предыдущего слоя. Такие сети применяются для решения задач, в которых обучающие данные структурированы в виде таблиц или векторов. Например, для задач классификации и регрессии. Веса современных нейронных сетей настраиваются в процессе обучения (тренировки) нейронной сети. Обучение нейронной сети – это поиск минимума функции потерь, характеризующей ошибки сети по сравнению с известными результатами обучающего набора. Настройка весов производится градиентными алгоритмами [9], корректирующими значения весов в направлении антиградиента функции потерь. Для вычисления компонентов вектора антиградиента по весам различных слоев применяют алгоритм обратного распространения ошибки (правильнее говорить – обратного распространения градиента). В этом алгоритме вычисление компонентов вектора градиента производится от выходного слоя сети ко входному. Аналитическое вычисление производных функции потерь по весам для глубоких нейронных сетей нейронных сетей очень трудоемко. Современные библиотеки обучения глубоких нейронных сетей, например, TensorFlow [10] и PyTorch [11] имеют средства автоматического вычисления производных [12] по графу, описывающему процесс вычисления выхода сети, и по правилам дифференцирования сложных функций. Недостатком градиентных алгоритмов оптимизации является то, что они позволяют находить только локальные минимумы. Обучение моделей машинного обучения отличается от решения задач оптимизации в математике тем, что производится на примерах, что может привести к переобучению. Обучение глубоких нейронных сетей, содержащих огромное количество параметров, требует очень больших вычислительных мощностей. Поэтому в составе вычислительных систем для обучения глубоких нейронных сетей широко используются графические ускорители (GPU), содержащие большое количество упрощенных процессоров, в терминологии фирмы NVIDIA — CUDA-ядер (Compute Unified Device Architecture). Новейший графические процессоры процессор NVIDIA H100 содержит 14592 ядер CUDA и 456 тензорных процессоров, ориентированных на работу с векторами [13]. Фирма Google использует тензорные процессоры собственной разработки [14].

Для распознавания изображений применяются сверточные нейронные сети [15]. Работа сверточных нейронных сетей основана на применении операции свертки к входным данным. Операция свертки представляет собой умножение элементов входной матрицы на соответствующие элементы фильтра (ядро) и суммирование результатов. Это позволяет выделить локальные особенности в данных, такие как границы, текстуры или формы. В сверточных нейронных сетях используется много слоев, каждый из которых выполняет свою функцию. Основными видами слоев в сверточных сетях являются слои свертки, применяющие операцию свертки к входным данным с использованием нескольких фильтров. Каждый фильтр выделяет определенные признаки в данных, создавая карты признаков. Применяются также слои пулинга, уменьшающие размерность карт признаков, объединяя соседние значения в одно значение. Это позволяет уменьшить количество параметров и вычислений в сети, а также сделать представление данных более инвариантным к малым изменениям. Как и в полносвязных сетях используются нелинейные слои активации. Применение чередующихся слоев свертки и пулинга приводит к тому, что двумерное изображение преобразуется в вектор, поступающий на полносвязные слои, выполняющие классификацию. Кроме распознавания

изображений, специальные архитектуры сверточных сетей применяются для обнаружения объектов на изображениях, сегментации изображений, переноса стиля изображения.

В последнее время нейронные сети широко применяются для генерации изображений. Для этого используются генеративно-состязательные и диффузионные сети. Генеративно-состязательные сети [16] содержат две сети: генератор и дискриминатор. Генератор создает новые данные, а дискриминатор оценивает, насколько эти данные похожи на обучающие данные. Оба компонента обучаются вместе, чтобы генератор мог создавать все более реалистичные данные, а дискриминатор мог отличать их от настоящих данных. Различные модели диффузионных нейронных сетей [17–19]) строятся на схожих принципах: сначала обучающие данные искажаются постепенным добавлением гауссова шума, а затем нейронная сеть пытается восстановить изображение. В результате получается новое изображение. Популярные сети генерации изображений по текстовому описанию DALL-E 3 [20], Midjourney [2], Stable Diffusion [21] основаны на диффузионных сетях. Среди российских разработок особо выделяется разработанная Сбером нейронная сеть GigaChat [4], которая умеет отвечать на вопросы, вести диалог, писать код, рисовать картинки. Нейронная сеть от Сбера Kandinsky 2.2 [3] позволяет создавать изображения в разных стилях. Нейронная сеть Шедеврум [22] от Яндекса генерирует картинки и короткие ролики.

Многие виды информации, например, временные ряды, тексты, речь являются последовательностями данных. Для работы с последовательностями используются рекуррентные нейронные сети [23]. Принцип работы рекуррентных нейронных сетей заключается в использовании обратной связи и внутренней памяти для обработки последовательностей данных. Такие сети позволяют моделировать зависимости между элементами последовательности и прогнозировать будущие элементы на основе предыдущих. Но длительно работающие рекуррентные сети сталкиваются с проблемой – сеть постепенно перестает учитывать элементы из начала последовательности. Для решения этой проблемы были разработаны модификации RNN, такие как LSTM (Long Short-Term Memory) и GRU (Gated Recurrent Unit), которые имеют специальные механизмы для сохранения и передачи информации внутри сети.

В настоящее время основным инструментом обработки и генерации текстов являются нейронные сети трансформеры [24]. Нейронная сеть трансформер – это модель глубокого обучения, предназначенная для обработки последовательностей данных, таких как тексты или речь. Она состоит из нескольких блоков трансформера, которые взаимодействуют друг с другом для выполнения задачи. Архитектура трансформера включает в себя два основных компонента: энкодер и декодер. Каждый компонент состоит из нескольких слоев трансформера. Входные данные проходят через энкодер, который обрабатывает их последовательностями внимания [25] и полносвязными слоями. Затем энкодер передает свое представление декодеру, который генерирует последовательность выходных данных. Без углубления в технические подробности, механизм внимания (attention mechanism) — ключевая особенность трансформера. Он позволяет модели фокусироваться на наиболее важных частях входных данных.

Сети трансформеры являются мощным инструментом для обработки естественного языка, на их основе строятся большие языковые модели (LLM – large language models), наиболее мощной из которых является GPT-4 (Generative Pre-trained Transformer) [1]. Китай стремится превзойти США в искусственном интеллекте. Так 17 октября 2023 г. китайская фирма Baidu объявила, что ее модель Ernie

4.0 догнала GPT-4 OpenAI [26]. В России на текущий момент наиболее мощной является модель GigaChat [4].

Современные нейронные сети стали синонимом искусственного интеллекта и применимы во всех областях человеческой деятельности, связанной с интеллектуальной работой. Можно выделить несколько наиболее перспективных современных направлений применения нейронных сетей. Это уже обсуждавшееся применения в области компьютерного зрения, распознавания и синтеза речи, компьютерного перевода. В медицине нейронные сети применяются для диагностики и прогнозирования заболеваний [27], анализа медицинских изображений [28], в разработке новых лекарственных препаратов [29], в персонализированной медицине [30]. В финансах нейронные сети используются для прогнозирования рыночных трендов, определения рисков и улучшения финансовых моделей [31]. Широкое применение нейронные сети находят в робототехнике [32], делая роботов более интеллектуальными, эффективными и адаптируемыми к сложным задачам и условиям окружающей среды. Среди областей применения нейронных сетей в робототехнике можно назвать автономную навигацию, распознавание объектов и манипулирование ими, обработку естественного языка и предиктивное обслуживание. В современных транспортных системах нейронные сети служат основой беспилотных автомобилей. В энергетике нейронные сети используются для оптимизации работы энергетических систем, прогнозирования потребления энергии и управления энергетическими сетями и для многих других направлений [33]. В военной сфере нейронные сети обладают огромными возможностями. Кайфу Ли, известный предприниматель и ученый, внесший большой вклад в китайскую IT-индустрию и искусственный интеллект, назвал применение искусственного интеллекта третьей революцией в военном деле и сравнил с изобретением пороха [34]. Искусственный интеллект применяется в военной сфере для решения различных задач [35–36]: анализ и обработка больших объемов данных; разведка и наблюдение; принятие решений; автономные боевые системы и беспилотные летательные аппараты; кибербезопасность. В естественных науках нейронные сети применяются для анализа и классификации данных в самых разных областях. Интересным применением нейронных сетей в науке и инженерном деле является новый класс нейронных сетей для решения прямых и обратных краевых задач, описываемых дифференциальными уравнениями в частных производных – физически информированные нейронные сети (physics-informed neural networks) [37]. Эти сети включают математические модели в структуру нейронной сети и обладают преимуществами перед традиционными методами решения краевых задач. Перечислены только некоторые из множества возможных направлений применения нейронных сетей, и с развитием технологий и исследований появляются новые перспективы.

В заключение следует отметить, что развитие искусственного интеллекта и нейронных сетей, как важнейшей его части, сопряжено с рядом проблем и опасностей. Одна из основных опасностей заключается в том, что искусственный интеллект может заменить множество рабочих мест, что приведет к массовой безработице. Искусственный интеллект может вызывать этические дилеммы, такие как принятие решений в сложных ситуациях, автономное оружие и непрозрачность принципов работы алгоритмов. Необходимо разработать этические стандарты и правила, чтобы обеспечить безопасное и ответственное использование искусственного интеллекта. Происходит концентрация капитала и власти в руках небольшого числа компаний или отдельных государств. В [38] это явление названо надзорным капитализмом. Это может создать неравенство и угрожать демократическим прин-

ципам. Возрастающая сложность искусственных интеллектуальных систем означает, что они становятся более уязвимыми для кибератак. Злоумышленники уже используют искусственный интеллект для создания и распространения вредоносного программного обеспечения или для манипулирования информацией. С ростом использования искусственного интеллекта в различных сферах жизни, люди могут стать слишком зависимыми от технологий и потерять навыки и знания, необходимые для выполнения задач самостоятельно. Использование искусственного интеллекта может усугубить неравенство в обществе, создавая разделение на технологические «элиты» и «неучастников». В целом, развитие искусственного интеллекта представляет значительные вызовы и требует тщательного обсуждения, разработки соответствующих правил и нормативов, а также этического подхода к его использованию.

Список литературы

1. GPT-4 is OpenAI's most advanced system, producing safer and more useful responses. URL: <https://openai.com/product/gpt-4>
2. Midjourney. URL: <https://www.midjourney.com/home/?callbackUrl=%2Fapp%2F>
3. Kandinsky 2.2. URL: <https://www.sberbank.com/promo/kandinsky/>
4. GigaChat. URL: <https://developers.sber.ru/portal/products/gigachat>
5. ГОСТ Р 59277–2020. Системы искусственного интеллекта. Классификация систем искусственного интеллекта. М. : Стандартинформ, 2021. 16 с.
6. Флах П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных. М. : ДМК Пресс, 2015. 400 с.
7. Wolpert D. H. The lack of a priori distinction between learning algorithms // *Neural Computation*. 1996. Vol. 8. No. 7. P. 1341–1390.
8. Kasabov N. K. *Time-Space, Spiking Neural Networks and Brain-Inspired Artificial Intelligence*. Springer, 2018. 741 p. URL: [semanticscholar.org](https://www.semanticscholar.org/)
9. Кофендерфер М. Дж., Уилер Т. А. Алгоритмы оптимизации. СПб. : Диалектика, 2020. 528 с.
10. TensorFlow. URL: <https://www.tensorflow.org/?hl=ru>
11. PyTorch. URL: <https://pytorch.org/>
12. Bavdin A. G., Pearlmutter B. A., Radul A. A., Siskind J. M. Automatic Differentiation in Machine Learning: a Survey // *Journal of Machine Learning Research*. 2018. Vol. 18. No. 1. P. 1–43.
13. GPU NVIDIA H100 с тензорными ядрами. URL: <https://www.nvidia.com/ru-ru/data-center/h100/>
14. Cloud TPU. URL: <https://cloud.google.com/tpu/>
15. Аггарвал Ч. Нейронные сети и глубокое обучение. СПб. : Диалектика, 2020. 752 с.
16. Goodfellow I. J., Pouget-Abadie J., Mirza M. [et al.]. Generative Adversarial Networks. URL: <https://arxiv.org/abs/1406.2661>
17. Sohl-Dickstein J., Maheswaranathan N., Ganguli S. Deep Unsupervised Learning using Nonequilibrium Thermodynamics. URL: <https://arxiv.org/abs/1503.03585/>
18. Song Y., Ermon S. Generative Modeling by Estimating Gradients of the Data Distribution. URL: <https://arxiv.org/abs/1907.05600/>
19. Hi J., Jain A., Abbeel P. Denoising Diffusion Probabilistic Models. URL: <https://arxiv.org/abs/2006.11239/>

20. DALL-E 3. URL: <https://openai.com/dall-e-3>
21. Stable Diffusion Online. URL: <https://stablediffusionweb.com/>
22. Шедеврум. URL: <https://shedevrum.ai/>
23. Жерон О. Прикладное машинное обучение с помощью Scikit Learn, Keras и TensorFlow: концепции, инструменты и техники для создания интеллектуальных систем. СПб. : Диалектика, 2020. 1040 с.
24. Rothman D. Transformers for Natural Language Processing: Build, train, and fine-tune deep neural network architectures for NLP with Python, Hugging Face, and OpenAI's GPT-3, ChatGPT, and GPT-4. Birmingham: Packt Publishing, 2022. 602 p.
25. Vaswani A., Shazeer N., Parmar N. [et al.]. Attention Is All You Need. URL: <https://arxiv.org/abs/1706.03762>
26. China's Baidu unveils new Ernie AI version to rival GPT-4. URL: <https://www.reuters.com/technology/chinas-baidu-unveils-latest-version-its-ernie-ai-model-2023-10-17/>
27. Amato F., Lopez A., Pena-Mendez E. M. [et al.]. Artificial neural networks in medical diagnosis // Journal of Applied Biomedicine. 2013. Vol. 11. No. 2. P. 47–58.
28. Mall P. K., Singh P.K., Srivastav S. [et al.]. A comprehensive review of deep neural networks for medical image processing: Recent developments and future opportunities // Healthcare Analytics. 2023. Vol. 4. P. 100216.
29. Monroe D. Neural Networks for Drug Discovery and Design // Communications of the ACM. 2023. Vol. 66. No. 3. P. 17–19.
30. Cesario A., D'Oria M., Auffray C., Scambia G. Personalized Medicine Meets Artificial Intelligence: Beyond “Hype”, Towards the Metaverse. Springer, Cham, 2023. 292 p.
31. McNelis P. Neural Networks in Finance: Gaining Predictive Edge in the Market. New York : Academic Press, 2005. 353 p.
32. Soori M., Arezoo B., Dastres R. Artificial intelligence, machine learning and deep learning in advanced robotics, a review // Cognitive Robotics. 2023. Vol. 3. P. 54–70.
33. Khodayar M., Regan J. Deep Neural Networks in Power Systems: A Review // Energies. 2023. Vol. 16. No. 12. P. 4773.
34. Lee Kai-Fu. The Third Revolution in Warfare. URL: https://www.theatlantic.com/technology/archive/2021/09/i-weapons-are-third-revolution-warfare/620013/?mc_cid=0c6afe1b5e
35. Искусственный интеллект: новое содержание военной мощи. URL: <https://zvezdaweekly.ru/news/2022921178-RPjfz.html>
36. The Most Useful Military Applications of AI in 2023 and beyond. URL: <https://sdi.ai/blog/the-most-useful-military-applications-of-ai/>
37. Raissi M., Perdikaris P., Karniadakis G. E. Physics-informed neural networks: A deep learning framework for solving forward and inverse problems involving nonlinear partial differential equations // Journal of Computational Physics. 2019. Vol. 378. P. 686–707.
38. Зубофф Ш. Эпоха надзорного капитализма. Битва за человеческое будущее на новых рубежах власти. М. : Изд-во Института Гайдара, 2022. 784 с.

ПРИМЕНЕНИЕ КОТЛИН СОПРОГРАММ В ЗАПРОСАХ К ГРАФОВОЙ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ

Е. В. Гришин¹, Л. В. Гурьянов²

^{1,2}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹grishin_evgenii@inbox.ru

²leo8087@yandex.ru

Аннотация. Одним из наиболее важных факторов качества рекомендательной системы является ее время отклика. Для ускорения запросов эффективным подходом является их параллелизация. Рассмотрена архитектура, применяющая сопрограммы языка Kotlin для конкурентного исполнения запросов и каналы из синхронизируемых объектов.

Ключевые слова: Kotlin, параллельные вычисления, сопрограммы, каналы, рекомендательные системы, графы

APPLICATION OF KOTLIN COROUTINES IN QUERIES TO GRAPH-BASED RECOMMENDATION SYSTEM

E. V. Grishin ¹, L. V. Guryanov²

^{1,2}Penza State University, Penza, Russia

¹grishin_evgenii@inbox.ru

²leo8087@yandex.ru

Abstract. Response time is one of the most important recommendation system's quality factors. To speed up queries one would parallelize them. The focus of this article is on an architecture that uses Kotlin programming language's Coroutines for concurrent execution of queries and Channels to store synchronized objects.

Keywords: Kotlin, parallel computations, coroutines, channels, recommendation systems, graph theory

Рекомендательные системы являются одним из ключевых компонентов социальных приложений. Используя рекомендательные алгоритмы, пользователи получают возможность быстрее находить персонализированный контент, делая сервис эффективнее. Однако, разработка таких систем имеет несколько проблем, включающих высокую нагрузку, проблему холодного старта и масштабируемости.

Целью исследования является разработка рекомендательной системы, способной функционировать на единственном устройстве и предоставлять рекомендации в режиме реального времени.

В процессе исследования ведется разработка рекомендательной системы на основе графовых моделей [1]. Для классических рекомендательных систем обрабатываются матрицы рейтингов, ячейки в которых либо пусты, либо содержат оценку i -ым пользователем j -го элемента для позиции a_{ij} [2]. Эту матрицу рейтингов можно также использовать как матрицу смежности взвешенного разреженного двудольного графа, что позволяет представить предметную область в виде графовой модели. В данной работе рассмотрена концепция параллелизации, использованная в системе и применяющая компонент языка Котлин – сопрогаммы (Kotlin Coroutines) [3].

Одним из важнейших процессов в системе являются запросы пользователей, которые эмулируются стохастическими обходами графа с учетом весов. Существует два типа запросов по модели Pinterest Pixie [4]: простые и мульти-вершинные. Для простых запросов осуществляется простой стохастический обход графа. При этом при посещении вершин доли рекомендуемых элементов (кандидатов), их рейтинг увеличивается, а текущая вершина в соответствии с параметром α может быть сброшена в начальную [5]. Рекомендуемые вершины выбираются по убыванию рейтинга и продвигаются по конвейеру системы в ранкер или напрямую в миксер. Для мульти-вершинных обходов алгоритм сложнее и использует запуски простого обхода для каждой из вершин. При этом сумма итераций, сделанных на подзапросах, является фиксированной и управляемой, что ограничивает время последовательного их выполнения. Для ускорения запросов эффективным подходом является их параллелизация.

Перед параллелизацией запросов системы стоит несколько задач:

- синхронизация фрагментов памяти, в которых накапливаются рейтинги (или использование потокобезопасных структур);
- ограничение памяти с повторным использованием;
- массовый запуск подзапросов мульти-вершинного запроса.

Эти задачи были решены с использованием экосистем сопрограмм языка Котлин. Для решения первых двух задач прекрасно подходит аналог асинхронной очереди – каналы. На старте объекта-менеджера рекомендательной системы в соответствии с параметрами инициализируется диспетчер сопрограмм поверх пула потоков, а также создаются обходчики (Walkers) – структуры данных, аккумулирующие рейтинги, помещающиеся в каналы. Запросы к рекомендательной системе блокируются на очереди до получения обходчика, после чего на нем проводятся вычисления, и обходчик возвращается в свой канал объекта-менеджера.

Теперь, имея диспетчер и объекты для выполнения обходов, параллелизация становится простой задачей. Конвертируем функции запросов в корутины, которые будут выполняться на диспетчере сопрограмм объекта-менеджера. При простом запросе, зайдем обходчик, выполним запрос и вернем обходчик в соответствующий канал, а результат в качестве отложенного результата. При сложном запросе, зайдем обходчик, объединяющий результаты подзапросов, и массово запустим корутины простых подзапросов, последовательно объединяя их в момент выполнения и сразу же возвращая их в канал простых обходчиков. Процесс выполнения мульти-вершинного запроса изображен на рис. 1.

В результате применения стратегии Разделяй-и-Властвуй, преобразование простых запросов в корутины существенно упростило распараллеливание сложных запросов, так как объекты с данными простых запросов распределены между сопрограммами взаимоисключающим образом.

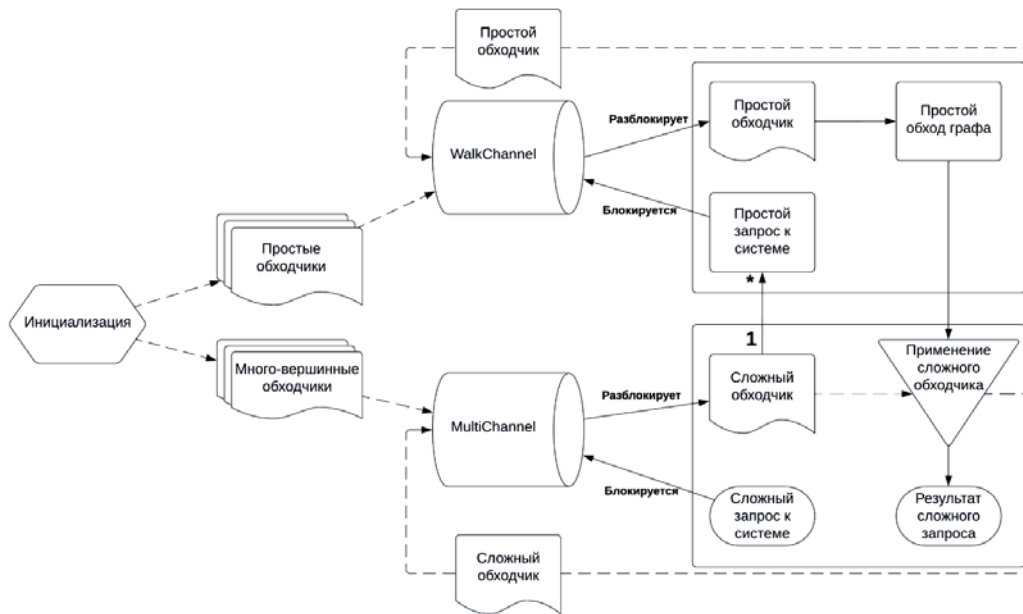


Рис. 1. Схема выполнения сложного запроса в рекомендательной системе

В таблице 1 представлены результаты стресс-тестирования системы, получающей восемь запросов в четырех потоках для случайного графа из 10^6 ребер, $2 \cdot 10^5$ кандидатов и 10^5 агрегаторов. В менеджере были инициализированы 4 мульти-вершинных и 50 простых обходчиков.

Таблица 1

Результаты тестирования параллелизации

Количество потоков в пуле менеджера	1 поток	2 потока	4 потока	6 потоков
Корректность суммы итераций (рейтингов)	да	да	да	да
Время простых запросов	184 мс	141 мс	97 мс	113 мс
Время простых запросов без извлечения рейтингов	162 мс	92 мс	71 мс	75 мс
Время многовершинных запросов из 100 вершин	3191 мс	1774 мс	1332 мс	1418 мс

Кроме того, в таблице был указан факт прохождения теста на потокобезопасность. То есть на то, что в другие обходчики не вмешивались в текущий, и сумма рейтингов вершин равна сумме выполненных при запросе итераций. В результате тестирования лучшие результаты были достигнуты при (экспериментально) оптимальных для машины четырех потоках.

В этой работе были рассмотрены встроенные методы асинхронного программирования языка Котлин применимо к разрабатываемой графовой рекомендательной системе. Реализована и протестирована синхронизация объектов с повторным использованием, выполняющих аккумуляцию рейтингов при графовых обходах.

Список литературы

1. Гришин Е. В., Гурьянов Л. В. Сериализация графовых моделей рекомендательных систем // Новые информационные технологии и системы (НИТиС-2022) : сб. науч. ст. по материалам XIX Междунар. науч.-техн. конф., посвящ. 75-летию кафедры «Вычислительная техника» ПГУ (Пенза, 17–18 ноября 2022 г.). Пенза : ПГУ, 2022. С. 242–245.
2. Гришин Е. В., Гурьянов Л. В. Обзор алгоритмов и моделей рекомендательных систем // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. ст. по материалам X Всерос. науч.-практ. конф. (Пенза, 15 марта 2023 г.). Пенза : ПГУ, 2023. С. 115–118.
3. Elizarov R., Belyaev V., Akhin M. [et al.]. Kotlin coroutines: design and implementation // Proceedings of the 2021 ACM SIGPLAN International Symposium on New Ideas, New Paradigms, and Reflections on Programming and Software. 2021. P. 68–84. URL: researchdate.net>
4. Eksombatchai C. [et al.]. Pixie: A system for recommending 3+ billion items to 200+ million users in real-time // Proceedings of the 2018 world wide web conference. 2018. P. 1775–1784. URL: sciencegate.app>
5. Lempel R., Moran S. SALSA: the stochastic approach for link-structure analysis // ACM Transactions on Information Systems (TOIS). 2001. Vol. 19. No. 2. P. 131–160.

УДК 004.8

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ВООРУЖЕННОГО КОНФЛИКТА НА ОСНОВАНИИ НОВОСТНЫХ ДАННЫХ

А. А. Иванов¹, В. С. Тимошин², Н. А. Кашицин³

^{1,2,3}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹alexei_ivanov913@mail.ru

²vadimtimoshin@yandex.ru

³nikita.kashicin@mail.ru

Аннотация. Исследование относится к направлению систем и технологий искусственного интеллекта и посвящено анализу возможностей прогнозирования возникновения вооруженного конфликта на основании данных, полученных из различных новостных источников. Целью работы является возможность создания программного продукта для прогнозирования вероятного вооруженного конфликта из анализа данных, полученных от новостных источников с использованием обработки естественного языка NLP (Natural Language Processing). Рассмотрены методы и средства анализа обработки естественного языка NLP (Natural Language Processing). Основание и теория для возможной разработки будущего программного продукта позволит с большей вероятностью определять место и время грядущего вооруженного конфликта на основании выбора ключевых слов из новостных источников и социальных сетей.

Ключевые слова: искусственный интеллект, социальные сети, новостные источники, вооруженный конфликт

ANALYSIS OF THE POSSIBILITIES OF PREDICTING THE OCCURRENCE OF AN ARMED CONFLICT BASED ON NEWS DATA

A. A. Ivanov¹, V. S. Timoshin², N. A. Kashitsin³

^{1,2,3}Penza State University, Penza, Russia

¹alexei_ivanov913@mail.ru

²vadimtimoshin@yandex.ru

³nikita.kashicin@mail.ru

Abstract. The research relates to the direction of artificial intelligence systems and technologies and is devoted to the analysis of the possibilities of predicting the occurrence of an armed conflict based on data obtained from various news sources. The aim of the work is the possibility of creating a software product for predicting a likely armed conflict from the analysis of data obtained from news sources using NLP (Natural Language Processing) natural language processing. Methods and means of analysis of natural language processing NLP (Natural Language Processing) were considered in the work. The basis and theory for the possible development of a future software product will make it more likely to determine the place and time of the upcoming armed conflict based on the selection of keywords from news sources and social networks.

Keywords: artificial intelligence, social networks, news sources, armed conflict

Введение

Обработка естественного языка NLP (Natural Language Processing) – это компьютерная наука, занимающаяся разработкой методов и алгоритмов для обработки и анализа естественных языков людей. Он помогает преобразовать неструктурированные данные, такие как тексты новостей, в структурированные данные, которые могут быть использованы для анализа и прогнозирования [1].

Использование NLP для прогнозирования конфликтов имеет ряд преимуществ, таких как скорость анализа большого объема данных и автоматическое обнаружение скрытых шаблонов, но у этого подхода есть и ограничения.

Во-первых, анализ NLP может страдать от проблемы точности и интерпретации. Понимание текстов и их контекста может быть сложной задачей для компьютеров, особенно в случае с неоднозначными выражениями или метафорами.

Во-вторых, большой объем данных может быть полезным для анализа, но и создавать проблему избыточности или неправильного использования информации. Неконтролируемые алгоритмы машинного обучения могут давать ложные срабатывания и неправильные выводы.

Методы и средства

В решение изложенных проблем будут применяться сочетание методов и средств естественной обработки языка NLP (Natural Language Processing):

1) Анализ текста: включает в себя анализ содержания текстовых документов, новостных статей, отчетов, обсуждений в социальных сетях и других источников информации, связанных с конфликтами. С помощью методов машинного обучения можно выделить ключевые слова, фразы и контекст, которые могут указывать на наличие или вероятность конфликта;

2) Классификация: с использованием алгоритмов машинного обучения можно классифицировать тексты в категории, связанные с наличием или вероятностью

стью вооруженных конфликтов. Это может включать определение террористических активностей, военных действий, политических напряжений и других факторов, характеризующих конфликтную ситуацию;

3) Семантический анализ: использование методов семантического анализа позволяет определить смысл и семантическую связь между словами и фразами. Функция сопоставления и выведения смысла может быть полезной для определения возможных угроз, конфликтов или напряжения в тексте;

4) Извлечение информации: извлечение ключевых фактов и событий из текстовых источников может помочь в определении обстановки и факторов, связанных с возможным конфликтом. При этом применяются техники и алгоритмы, позволяющие выделить и структурировать информацию из текста [2].

Для разработки программного продукта могут использоваться среды разработки, такие как PyCharm, Jupyter Notebook, Visual Studio Code и другие. Эти среды обеспечивают удобную среду разработки и интегрированную поддержку для работы с NLP-инструментами и библиотеками машинного обучения [3].

Общий принцип работы программного продукта представлен на рис. 1.

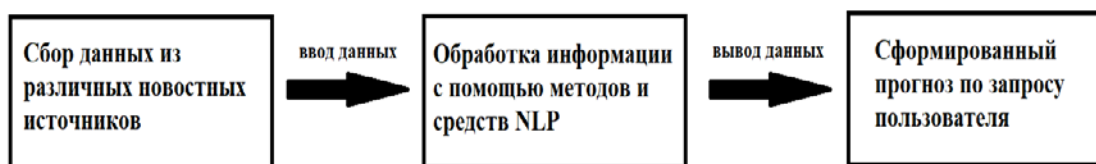


Рис. 1. Схема общего принципа работы программного продукта

Исследование посвящено возможности создания программного продукта для анализа возможностей прогнозирования возникновения вооруженного конфликта на основании данных, полученных из различных новостных источников.

В результате исследования были определены задачи, помогающие решить некоторые проблемы с прогнозированием вооруженных конфликтов по данным, полученным из новостных источников и социальных сетей.

Развитие данных исследований заключается в возможности создания программного продукта, который позволит прогнозировать вероятный вооруженный конфликт на основании выбора ключевых слов из новостных источников и социальных сетей.

Результаты исследования могут использоваться в дальнейших развитиях систем и технологий искусственного интеллекта с помощью обработки естественного языка NLP (Natural Language Processing).

Список литературы

1. Хобсон Л., Ханнес Х., Коул Х. Обработка естественного языка в действии : пер. с англ. СПб. : Программирование, 2020. 576 с.
2. Гольдберг Й. Нейросетевые методы в обработке естественного языка : пер. с англ. // Информатика и вычислительная техника. М. : ДМК Пресс, 2019. 284 с.
3. Карташов Б. А. Компьютерные технологии и микропроцессорные средства в автоматическом управлении. Ростов н/Д. : Феникс, 2016. 384 с.

ОСВЕТЛЕНИЕ УЧАСТКОВ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

А. В. Кожевникова

Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

alina.kozhevnikova28@mail.ru

Аннотация. Изображения, снятые в условиях низкой освещенности, часто страдают от (частично) плохой видимости. Помимо неудовлетворительного освещения, в темноте скрываются многочисленные виды ухудшений, такие как шум и искажение цвета из-за низкого качества камер. Другими словами, простое увеличение яркости темных областей неизбежно приведет к усилению скрытых артефактов. Рассмотрены модели нейронной сети, которые показали наиболее качественные результаты, по сравнению с имеющимися аналогами. Также было принято решение взять автоэнкодер и метод MSR в качестве будущей разработки нейронной сети.

Ключевые слова: сверточная нейронная сеть, генеративно-сопоставительная модель, степень освещенности, слабоосвещенные объекты, осветление изображений, автоэнкодеры

Финансирование: работа написана в рамках исследования по договору с фондом содействия инновации (номер договора 18429ГУ/2023 от 15.08.2023).

LIGHTNING OF IMAGE SECTIONS USING ON CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

A. V. Kozhevnikova

Penza State University, Penza, Russia

alina.kozhevnikova28@mail.ru

Abstract. Images captured under low-light conditions often suffer from (partially) poor visibility. Besides unsatisfactory lightings, multiple types of degradations, such as noise and color distortion due to the limited quality of cameras, hide in the dark. In other words, solely turning up the brightness of dark regions will inevitably amplify hidden artifacts. In this paper, considered neural network models that have shown the highest quality results compared to existing analogues. It was also decided to take an autoencoder and the MSR method as a future development of a neural network.

Keywords: convolutional neural network, generative-adversarial network, reflectance, low-light images, lightning of images, autoencoders

Funding: written as part of a study under an agreement with the Innovation promotion fund (document number 18429GU/2023 dated 15.08.2023).

Введение

Получение изображений и видео хорошего качества играет важную роль в жизни человека и касается разные сферы от развлечения до защиты жизни. Системы, с помощью которых можно получить высококачественные изображения нужны там, где необходимо просчитать дальнейшие действия, например кража. Однако ограничения по затратам, делают невозможным массовое применение таких систем, поэтому обычно используются недорогие датчики. Недостаточное освещение, в дополнение к низкому качеству сенсора, создают помехи на изображении, которые могут препятствовать разведывательным миссиям, наблюдению и рекогносцировке, а также коммерческим предприятиям.

В последнее время методы, основанные на глубоком обучении, получили огромное распространение, поскольку было показано, что они превосходят другие современные инструменты машинного обучения во многих приложениях компьютерного зрения, включая распознавание объектов, понимание сцены и обнаружение ошибок. Большое количество моделей было предложено для решения проблемы осветления изображений. Их можно условно разделить на две группы: основанные на гистограммном методе и ретинекс (Retinex) методе.

Retinex-Net

Данная нейронная сеть работает по теории Retinex [1] о человеческом восприятии света. Она предполагает, что наблюдаемые сцены могут иметь две составляющие: отражающую способность и степень освещенности.

Коэффициент отражения описывает внутреннее свойство объектов полученной сцены, которое считается неизменным при любых условиях освещенности. Степень освещенности отражает различную яркость объектов. На изображениях, полученных при слабом освещении, освещенность обычно страдает от темноты и несбалансированного распределения света.

Метод ретинекса разделяется на два подвида: одноканальный (SSR) и многоканальный (MSR). Первый можно представить как разницу между отдельно взятым пикселем изображения и среднее значение пикселей, окружающих данный пиксель. Для вычисления окружающего значения можно использовать любой фильтр высоких частот, например Гауссово распределение. На основе всего выше сказанного получим данное уравнение:

$$SSR_i(x, y) = \log(I_i(x, y)) - \log(G_\sigma * I_i)(x, y)$$

где $(G_\sigma * I_i)(x, y)$ размытие по Гауссу.

Retinex-Net [2] основан на SSR-методе и объединяет декомпозицию изображений и операции последовательного улучшения. Она состоит из двух подсетей: Decom-Net, которая используется для разделения наблюдаемого изображения на независимое от освещения отражение и плавное освещение с учетом структуры. Данная подсеть изучается с двумя ограничениями. Во-первых, изображения при слабом и нормальном освещении имеют один и тот же коэффициент отражения. Во-вторых, карта освещенности должна быть гладкой, но сохранять основные структуры, что достигается за счет полной потери вариации с учетом структуры. Затем, вторая подсеть Enhance-Net настраивает карту освещенности для поддержания согласованности в больших регионах, одновременно адаптируя локальные распределения путем многомасштабной конкатенации.

Поскольку шум часто более выражен в темных областях и даже усиливается в процессе уменьшения светлых областей, вводится снижение коэффициента отражения. Для обучения такой сети был создан набор данных из пар изображений при слабом и нормальном освещении на основе реальной фотографии и синтетических изображений.

MSR-net

Поскольку выбор сигмы варьируется для разных изображений, а разные значения масштаба улучшают разные части изображения, было предложено объединить SSR разных масштабов и присвоить вес для каждого масштаба, а также суммировать все изображения с взвешенным SSR.

$$MSR_i(x, y) = \sum_{n=1}^N w_n SSR_i(x, y)$$

Модель MSR-net [3] состоит из трех частей: мультисканальный логарифмическая трансформация, слоев свертки и функции восстановления цвета и может быть представлена в виде следующего уравнения:

$$f(X) = f_3(f_2(f_1(X)))$$

Первая часть принимает на вход затемненное изображение X и проходит сквозь несколько разных логарифмических функций. Затем полученные 3D тензоры (3 канала * ширину * высоту) конкатенируются с другим тензором большего размера (3n канала * ширину * высоту), где n – количество логарифмических функций, а затем проходит через слой свертки и ReLU. На выходе получаем X_1 , который подается на вход второй части.

После слоев свертки, на выходе которых получился X_2 , к результату применяется функция восстановления цвета (CRF) для устранения цветовых искажений. CRF представлен в виде слоя свертки 1*1 с тремя каналами.

The Low-Light Net (LLNet)

Многослойные шумоподавляющие автоэнкодеры (SSDA) – вид автоэнкодеров, способных удалять шум с входных данных. Ранние исследования [4] показали, что, объединяя несколько автоэнкодеров с шумоподавлением (DA) для предварительного обучения, сеть способна найти лучшее пространство параметров во время обратного распространения ошибки.

Модель Low-Light Net или LLNet [5] была основана на SSDA. При разработке были использованы возможности SSDA по снижению уровня шума и возможности комплексного моделирования глубоких сетей для изучения особенностей, лежащих в основе изображений, полученных при слабом освещении, и создания улучшенных версий с минимальным уровнем шума и улучшенной контрастностью.

При обучении модели, на вход подается две пары изображений затемненные и с шумом. Данные проходят сквозь три шумоподавляющих автоэнкодера. Затем участки размером 17×17 пикселей затемняются нелинейно для настройки гамма-коррекции. Гамма-коррекция – это простой, но общий случай применения степенной формулы к изображениям для улучшения по пикселям с

$$I_{out} = A * I_{in}^{\gamma},$$

где A – константа, определяемая максимальной интенсивностью пикселя на изображении, I_{in}^{γ} – входные данные, а I_{out} – полученные на выходе. Изображение становится ярче, когда $\gamma < 1$, в то время как $\gamma = 1$ оставляет его неизменным. Следовательно, когда $\gamma > 1$, отображение взвешивается в сторону более низких (темных) значений интенсивности пикселей в оттенках серого.

Заключение

В данной статье были проанализированы нейронные сети, которые достигли наибольших успехов по сравнению с существующими. Однако некоторые из них

показывают результаты с большим содержанием шума или слишком резкие. Поэтому было принято решение разработать свою нейронную сеть. В качестве модели будет взята автоэнкодер, который обеспечивает уменьшение ошибки выходных данных, что максимально приближает выходные данные к входным. При обучении будет использоваться метод MSR.

Список литературы

1. Retinex Theory of Color Vision. URL: <https://santhalakshminarayana.github.io/blog/retinex-theory-of-color-vision>
2. Wei C., Wang W., Yang W., Liu J. Deep Retinex Decomposition for Low-Light Enhancement. 2018. URL: [semanticscholar.org](https://arxiv.org/abs/1808.04562)>
3. Shen L., Yuc Z., Feng F., Chen Q., Liu S., Ma J. MSR-net: Low-light Image Enhancement Using Deep Convolutional Network. 2017. URL: [semanticscholar.org](https://arxiv.org/abs/1708.05072)>
4. Agostinelli F., Anderson M. R., Lee H. Adaptive Multi-Column Deep Neural Networks with Application to Robust Image Denoising. 2013. URL: [researchgate.net](https://arxiv.org/abs/1306.2117)>
5. Vincent P., Larochelle H., and Bengio Y. Extracting and composing robust features with denoising autoencoders // Proceedings of the 25th International conference on Machine Learning – ICML '08. 2008. P. 1096–1103. URL: [semanticscholar.org](https://arxiv.org/abs/1201.3604)>

УДК 004.042

ВЕКТОРНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

М. И. Кревский

Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

westhemer1@gmail.com

Аннотация. Оптимизация бизнес-процессов является актуальной проблемой в управлении организационными системами. Рассматривается проблема построения векторных моделей бизнес-процессов, позволяющих эффективно анализировать данные протоколов информационных систем о ходе выполнения организационных задач методами машинного обучения. Цель работы состоит в исследовании вопросов анализа и оптимизации бизнес-процессов, на основе векторного представления основных ресурсных параметров организационных процессов. Проведен ряд экспериментов по сравнению эффективности применения методов создания векторов-эмбедингов *Bag-of-words*, *Tf-idf*, *Trace2vec*, *Graph2vec* в задаче векторизации. Итоги экспериментов показали эффективность метода *Trace2vec* для процессов малой и средней длины и метода *Graph2vec* для процессов большой длины.

Ключевые слова: машинное обучение, *process mining*, методы векторизации, анализ процессов, векторное представление процесса, анализ графов, нейронная сеть, набор данных

VECTOR REPRESENTATION OF BUSINESS PROCESSES

M. I. Krevskiy

Penza State University, Penza, Russia

westhemer1@gmail.com

Abstract. Optimization of business processes is an important problem in the management of organizational systems. The article dedicated to the problem of creating business processes' embeddings that allow to efficiently analyze the logs of information system on the progress of organizational tasks by machine learning methods. The purpose of the work is to study the analysis and optimization of business processes, based on a vector representation of the main parameters of organizational processes. In the course of the work, a number of experiments have been conducted to compare the effectiveness of using Bag-of-words, Tf-idf, Trace2vec, Graph2vec methods in the vectorization problem. The results of the experiments showed the effectiveness of the Trace2vec method for short and medium-length processes and the Graph2vec method for long-length processes.

Keywords: machine learning, process mining, vectorization methods, process analysis, vector representation of the process, graph analysis, neural network, data set

Процессы глобальной цифровизации стали одним из ключевых факторов повышения эффективности процессов управления организационными системами в 21 веке. Сочетание приемов классического process mining и машинного обучения позволяет значительно расширить инструментарий для анализа процессов, находить новые закономерности и автоматизировать составление аналитических отчетов.

Данная статья посвящена исследованию подходов к созданию векторов процессов в рамках технологии *process mining* с применением методов машинного обучения для задачи классификации. Несколькими способами были получены векторные модели процессов – цепочек активностей, а затем проведен сравнительный анализ векторов представлений в задаче классификации.

Программные результаты работы использованы в создании модуля «Нерв» системы мониторинга и анализа государственных услуг на официальном портале мэра и правительства города Москвы *mos.ru* [1].

Такие свойства данных журналов событий, как последовательность с внутренней логикой и правилами, конечное число разных видов активностей и объединение активностей в группы – процессы, позволяют проследить аналогию с естественным языком, где активность соответствует слову, процесс – предложению, а журнал событий – тексту.

Тривиальным способом получения машиночитаемого представления последовательности активностей является *bag of words*, заимствованный из сферы обработки естественного языка. Метод заключается в подсчете числа встреч каждой из уникальных активностей в процессе. *Bag of words* – наиболее простой метод векторизации процесса, поэтому он хорошо подходит в качестве исходного уровня для сравнения.

Tf-idf – это статистическая мера, показывающая важность слова в текстовом документе, но она без проблем переносится на область интеллектуального анализа процессов. Метод так же, как и *bag of words*, не учитывает порядок активностей в цепочке и в полной мере смысл, но, по крайней мере, позволяет расставить акценты на наиболее «важных» активностях процесса.

Trace2vec – это нейросетевой способ создания векторных представлений процессов. Он основан на подходе *doc2vec* из сферы обработки естественных язы-

ков, впервые представленном Томасом Миколовым в статье [2]. *Doc2vec* является логическим продолжением и расширением архитектур *word2vec* [3], позволяющим обучать не только векторы фиксированной размерности для отдельных слов, но и вектор целого текста любой длины.

Также можно проследить сходство между журналом событий и ориентированным графом. Узлы соответствуют активностям, ребра – переходам между активностями. Веса ребер иногда хранят свойства совершенной активности, лежащей в вершине – начале ребра. Такой подход к рассмотрению графа позволяет применять широкий спектр классических алгоритмов на графах и методов машинного обучения для графов.

Graph2vec [4] является общим названием большого набора алгоритмов, создающих векторные представления для графов. В работе был применен только алгоритм *deep walks* [5]. Он является методом создания векторных представлений из сферы обработки естественных языков, адаптированным для графов, и был выбран потому, что лучше всего подходит под специфику данных. *Deep walks* является одной из реализаций подхода *node2vec* [6]. *Node2vec* – это аналог *word2vec* для графов. Соответственно, предполагается, что по контексту (окружающим вершинам, с которыми есть ребра) можно предсказать вершину и наоборот; семантически похожие вершины лежат в похожих контекстах; вершина аналогична слову, а граф – абзацу.

Целью эксперимента являлось определение оптимального сочетания модели и ее параметров для получения векторного представления процесса в зависимости от свойств данных. Векторные представления, получившиеся в результате векторизации следов процессов с помощью *bag of words*, *tf-idf*, *trace2vec* и *graph2vec*, были подвергнуты сравнительному анализу (табл. 1).

Таблица 1

Сводная таблица результатов экспериментов

		BOW	Tf-idf	Trace2vec			Graph2vec		
Журнал 1	Размер вектора	12	12	8	16	32	8	16	32
	KNN	0,523	0,552	0,611	0,679	0,658	0,615	0,648	0,689
	RF	0,602	0,654	0,811	0,822	0,841	0,796	0,806	0,778
	MLP	0,681	0,670	0,763	0,892	0,826	0,735	0,824	0,773
Журнал 2	Размер вектора	13	13	8	16	32	8	16	32
	KNN	0,690	0,709	0,673	0,690	0,653	0,638	0,644	0,682
	RF	0,729	0,740	0,783	0,870	0,816	0,777	0,771	0,778
	MLP	0,712	0,748	0,806	0,891	0,832	0,786	0,805	0,733
Журнал 3	Размер вектора	17	17	8	16	32	8	16	32
	KNN	0,612	0,669	0,726	0,779	0,738	0,596	0,703	0,636
	RF	0,621	0,668	0,845	0,887	0,893	0,762	0,749	0,744
	MLP	0,624	0,752	0,822	0,861	0,836	0,782	0,813	0,718
Журнал 4	Размер вектора	9	9	8	16	32	8	16	32
	KNN	0,512	0,593	0,638	0,708	0,652	0,565	0,662	0,619
	RF	0,617	0,678	0,749	0,789	0,789	0,636	0,694	0,687
	MLP	0,718	0,719	0,785	0,836	0,796	0,647	0,686	0,639
Журнал 5	Размер вектора	25	25	8	16	32	8	16	32
	KNN	0,562	0,646	0,714	0,706	0,703	0,810	0,824	0,832
	RF	0,670	0,714	0,786	0,815	0,857	0,891	0,881	0,904
	MLP	0,699	0,705	0,820	0,826	0,865	0,882	0,851	0,903

Главным критерием сравнения была выбрана способность вектора вмещать в себя информацию о внутреннем устройстве и особенностях процесса, позволяющая провести успешную классификацию процессов. Данные, используемые в работе, обезличены и взяты из базы данных московских государственных услуг. В качестве выборок для обучения использовалось 5 журналов событий с данными по разным услугам. В данной работе задачей для сравнения качества векторных представлений являлась бинарная классификация. Первый класс – это процессы в норме, второй – процессы с нарушениями. Классификация проводилась несколькими методами для того, чтобы оценивать именно векторизацию, а не классификаторы. В качестве метрики сравнения была выбрана *ROC-AUC* [7].

В результате выполнения эксперимента со 120 комбинациями способов векторизации и классификации были измерены значения *ROC-AUC*.

Результаты эксперимента, представленные в таблице 1, позволяют сформулировать вывод, что наилучшим универсальным способом получения векторных представлений процессов оказался метод *trace2vec* с размерностью вектора, равной 16. Однако для больших процессов, включающих длинные цепочки активностей, лучше подойдет метод *graph2vec* с длиной вектора, равной 32.

Список литературы

1. mos.ru. Официальный сайт мэра Москвы. URL: <https://www.mos.ru>, (дата обращения: 10.10.2023).
2. Cornell University. Quoc Le, Tomas Mikolov. Distributed Representations of Sentences and Documents // Proceedings of the 31th International Conference on Machine Learning (ICML-14). Beijing, China, 2014. P. 1188–1196. URL: <https://arxiv.org/pdf/1405.4053.pdf> (дата обращения: 05.09.2023).
3. Cornell University. Tomas Mikolov, Ilya Sutskever, Kai Chen, Greg Corrado, Jeffrey Dean. Distributed representations of words and phrases and their compositionality // 27th Annual Conference on Neural Information Processing Systems. Lake Tahoe, Nevada, United States, 2013. P. 3111–3119. URL: <https://arxiv.org/abs/1310.4546> (дата обращения: 04.09.2023).
4. Cornell University. Annamalai Narayanan, Mahinthan Chandramohan, Rajasekar Venkatesan, Lihui Chen, Yang Liu, Shantanu Jaiswal. Graph2vec: Learning Distributed Representations of Graphs. URL: <https://arxiv.org/abs/1707.05005> (дата обращения: 05.09.2023).
5. Cornell University. Bryan Perozzi, Rami Al-Rfou, Steven Skiena. DeepWalk: Online Learning of Social Representations // Proceedings of the 20th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. New York, NY, United States, 2014. P. 701–710. URL: <https://arxiv.org/abs/1403.6652> (дата обращения: 08.09.2023).
6. Cornell University. Aditya Grover, Jure Leskovec. node2vec: Scalable Feature Learning for Networks // Proceedings of the 22th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. ACM, San Francisco, California, USA, 2016. P. 855–864. URL: <https://arxiv.org/abs/1607.00653> (дата обращения: 03.09.2023).
7. Loginom. Площадь под ROC-кривой. URL: <https://wiki.loginom.ru/articles/auc.html> (дата обращения: 07.09.2023).

ПРИМЕНЕНИЕ РЕКУРРЕНТНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПРЕДСКАЗАНИЯ ПОВЕДЕНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

М. И. Кревский

Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

westhemer1@gmail.com

Аннотация. Предиктивная аналитика бизнес-процессов является важным инструментом в управлении организационными системами. Рассматриваются подходы к усовершенствованию методов глубокого обучения для предсказания поведения бизнес-процессов. Цель работы в повышении эффективности анализа и предиктивной идентификации проблемных бизнес-процессов за счет улучшения существующих методов глубокого обучения и подхода Process Mining. Предложено улучшение существующих решений за счет интеграции свойств предиктивных нейросетей и сетей для машинного перевода в рамках единой модели, в частности, использованы модули кодирования и декодирования, а также механизм внимания. Экспериментально подтверждена эффективность предложенной нейросетевой модели. Реализованное решение позволило улучшить качество предсказания этапов бизнес-процессов в 1,5–2 раза.

Ключевые слова: бизнес-процесс, машинное обучение, нейросетевые архитектуры, методы предсказания поведения процессов, долгая краткосрочная память, механизм внимания, предиктивная модель

APPLICATION OF RECURRENT NEURAL NETWORKS FOR BUSINESS PROCESSES PREDICTION

M. I. Krevskiy

Penza State University, Penza, Russia

westhemer1@gmail.com

Abstract. Predictive business process analytics is an important tool in the management of organizational systems. The article discusses the approaches to improve deep learning methods for business processes prediction. The purpose of the work is to improve the efficiency of analysis and predictive identification of problematic business processes by improving existing deep learning methods. An improvement of existing solutions is proposed by integrating the properties of predictive neural networks and networks for machine translation within a single model. In particular, encoder and decoder were used, as well as the attention mechanism. The work experimentally confirmed the effectiveness of the proposed modification of the neural network architecture. The changes made it possible to improve the quality of predicting the business processes activities by 1.5–2 times.

Keywords: business process, machine learning, neural network architectures, methods for predicting the behavior of processes, long short-term memory, the mechanism of attention, predictive model

Вследствие повсеместной цифровизации организационных структур современные информационные системы хранят огромное количество данных, отражающих прохождение бизнес-процессов. Это позволяет автоматизировать большинство этапов управления этими процессами, оптимизировать их и осуществлять объективный контроль, применяя подход *process mining*. Операции с большими объемами данных определяют необходимость использования методов машинного обучения и, в частности, нейронных сетей. Разработка и внедрение модулей предиктивной аналитики в составе системы мониторинга поведения бизнес-процессов является актуальной и практически востребованной задачей.

Начальным этапом решения данной задачи является исследование существующих методов машинного обучения, позволяющих предсказать дальнейшее течение процесса, имея данные о его предыстории и характерных свойствах.

Данные, описывающие бизнес-процессы, обладают рядом свойств, сближающих их с данными из области обработки искусственного языка. У бизнес-процесса есть начало и конец. Этапы процессов последовательны, упорядочены и развиваются во времени, следуя внутренним закономерностям и логике функционирования системы. Это позволяет провести аналогию между бизнес-процессом и предложением в тексте, между этапом процесса – и словом в языке. Это сравнение на текущий момент получило развитие в применении моделей и подходов машинного обучения из сферы обработки естественного языка к области аналитики бизнес-процессов.

В работах [1, 2] исследована возможность эффективного получения компактных и информативных векторных представлений отдельных этапов процесса и процесса в целом. В основном, векторизация проводится способами, аналогичными используемым в сфере обработки естественного языка. В данной работе рассматривается предсказание ожидаемых этапов процесса на основе его предыстории, поэтому применяется только *Act2vec* – контекстный метод создания векторных представлений отдельных этапов.

На данный момент известны некоторые подходы к предсказанию поведения процессов. Например, в статье [3] представлены нейросетевые модели, способные предсказывать дальнейшие этапы процесса и их временные метки. Все они состоят из кодирующей части, представленной нейронной сетью с долгой краткосрочной памятью (*Long short-term memory (LSTM)* [4]), и двух выходных модулей (голов): классификатора и регрессии (рис. 1). Голова с регрессией предсказывает время от текущего этапа процесса до следующего. Голова, решающая задачу классификации, предсказывает активность, совершаемую на следующем этапе.

Выбранная в работе за основу модель имеет один, общий для обеих голов, кодировщик. В процессе обучения он стремится преобразовать входящую последовательность этапов в информативный вектор, одновременно хранящий знания, по которым можно предсказать и время, и активность этапа.

В данной работе предлагается модифицировать эту модель, добавив к ней декодировщик и механизм внимания (рис. 1).

Кодировщик состоит из нейронной сети с долгой краткосрочной памятью. Декодировщик представляет собой другую сеть *LSTM*, дополненную механизмом внимания. В декодировщике вектор на выходе из *LSTM* передается на две головы, предсказывающие время и активность соответствующего ячейке *LSTM* этапа.

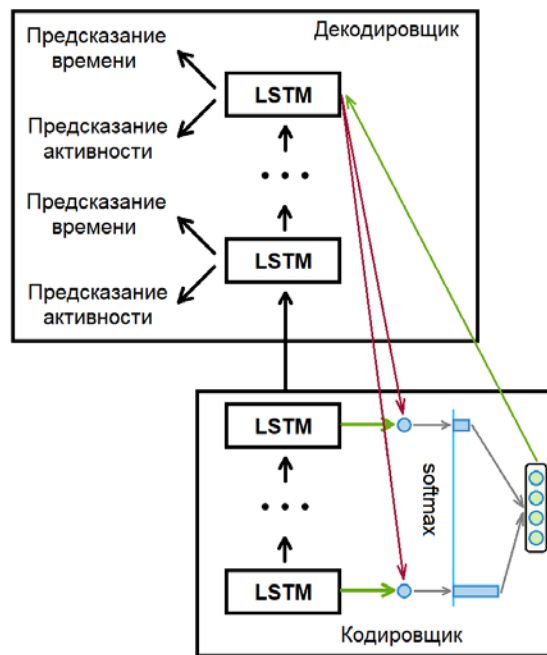


Рис. 1. Предиктивная модель для управления бизнес-процессами

Кодировщик зашифровывает последовательность предыдущих активностей с соответствующими временными в единый вектор. Полноценный декодировщик позволяет модели воспринимать предсказываемую последовательность активностей полностью и прогнозировать ее как единое целое с внутренней логикой. А механизм внимания дает возможность проследивать связи с этапами первой половины процесса, не ограничиваясь что значительно повышает общую эффективность построения предположения.

Чтобы на практике оценить преимущества такой усовершенствованной модели, был проведен сравнительный эксперимент. Сравнивалась способность двух моделей – изначальной [3] и предложенной в данной статье (рис. 1) – к предсказанию второй части процесса по первой.

В роли метрики качества была использована самая популярная метрика для машинного перевода (1) – BLEU (*BiLingual Evaluation Understudy* – Двуязычная оценка дублера).

$$BLEU = \min \left(1, \exp \left(1 - \frac{r}{c} \right) \right) \cdot \left(\exp \sum_{n=1}^N w_n \log p_n \right). \quad (1)$$

Значения метрики находятся в диапазоне от 0 до 100 процентов, где 0 % показывает, что модель совершенно бесполезна, а 100 % – что модель предсказывает процесс с абсолютной точностью.

Программная реализация модели выполнена на языке *Python* версии 3.9.7 с помощью библиотек *SQLAlchemy*, *Pandas*, *Numpy*, *PyTorch* и *Scikit-learn*.

Результаты эксперимента, представленные в таблице 1, получены на основе обезличенных данных трех журналов событий государственных услуг официального портала мэра и правительства Москвы *mos.ru* [5] за 2022 год.

Таблица 1

Результаты эксперимента

	Журнал 1	Журнал 2	Журнал 3
Оригинальная модель	37 %	42 %	31 %
Модифицированная модель	70 %	65 %	58 %

Показатели метрики *BLEU* позволяют сделать вывод, что предложенная модификация действительно улучшает предиктивную способность оригинальной модели в 1,5–2 раза. Механизм внимания подтвердил свою эффективность не только в сфере обработки естественного языка, но и в анализе бизнес-процессов.

Результаты работы используются для информационной поддержки лиц принимающих решения, автоматизируя решение задач предсказания аномалий и нарушения регламента при оказании государственных услуг в рамках системы интеллектуального анализа процессов «Нерв», используемой в Департаменте информационных технологий города Москвы [6].

Бизнес-процессы являются упорядоченной последовательностью данных. Они схожи с обычными текстовыми последовательностями тем, что этапы в них объединены в процессы конечной длины, аналогичные предложениям, и обладают внутренней логикой, объединяясь в определенном порядке. Различия текста и бизнес-процессов заключаются в значительно меньшем размере «словаря» активностей (максимум 100–200 разных активностей в одном журнале событий), и в обязательной привязке каждого этапа к временной метке.

В статье были рассмотрены некоторые известные нейросетевые модели для предсказания бизнес-процессов, нейронная сеть с долгой краткосрочной памятью и механизм внимания. Предложена модификация одной из классических предиктивных моделей путем добавления декодирующего и механизма внимания. Экспериментальным путем было подтверждено увеличение предсказательной способности улучшенной модели в 1,5–2 раза по метрике *BLEU*.

Предложенная модель имеет хороший потенциал практического применения в области оказания социально значимых государственных услуг с целью недопущения нарушения регламента и задержек.

Перспективы дальнейших исследований в данном направлении могут быть связаны с совершенствованием (усложнением) механизма внимания и применением передовых моделей-трансформеров [7].

Список литературы

1. Кревский М. И., Сметанев Д. М. Анализ подходов к векторизации составных объектов в *process mining* // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. статей по материалам VIII Всерос. межвуз. науч.-практ. конф. Пенза, 2021. С. 161–163.

2. Кревский М. И. Исследование применения методов обработки естественного языка для векторизации процессов в *process mining* // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. ст. по материалам IX Всерос. межвуз. науч.-практ. конф. Пенза, 2022. С. 19–22.

3. Tax N., Verenich I., Rosa M. and Duma M. Predictive Business Process Monitoring with LSTM Neural Networks. *Advanced Information Systems Engineering* // 29th International Conference, CAiSE 2017. Essen, Germany, June 12–16, 2017. P. 477–492. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-59536-8_30 (дата обращения: 20.09.2023).

4. Hochreiter S., Schmidhuber J. Long Short-Term Memory // MIT Press. *Neural Computation*. Vol. 9. Iss. 8 (November 15, 1997). P. 1735–1780. URL: <https://doi.org/10.1162/neco.1997.9.8.1735> (дата обращения: 20.05.2023).

5. mos.ru. Официальный сайт мэра Москвы. URL: <https://www.mos.ru>, (дата обращения: 10.10.2023).

6. Кревский М. И. «НЕРВ» – система интеллектуального анализа процессов оказания государственных услуг // Проблемы информатики в образовании, управ-

лении, экономике и технике : сб. ст. по материалам XXI Междунар. науч.-техн. конф. Пенза, 2022. С. 79–83.

7. Vaswani A., Shazeer N., Parma N., Uszkorei J., Jones L., Gomez A. N., Kaiser L., Polosukhin I. Attention Is All You Need. URL: <https://arxiv.org/abs/1706.03762> (дата обращения: 01.09.2023).

УДК 004.3

СИСТЕМА ОПОВЕЩЕНИЯ СОТРУДНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ О ВОЗНИКНОВЕНИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ

О. В. Колесников¹, Д. Г. Куликов²

^{1,2}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹oleg.rotottt@mail.ru

²danila-kulikov-1996@mail.ru

Аннотация. Описана разработка системы реального времени, предназначенной для оповещения сотрудников предприятия при ЧС на производстве. Своевременное оповещение позволит повысить эффективность реагирования и устранение последствий. Рассматриваются основные принципы работы системы, применяемые методы и средства. Описывается процесс разработки системы, который включает анализ и сбор данных о возникновении ЧС и разработку логики работы системы. Обсуждаются достоинства и недостатки таких систем, а также возможности их промышленного применения, что помогает повысить уровень безопасности на предприятии.

Ключевые слова: система, ЧС, предприятие, сотрудники

THE SYSTEM NOTIFIES EMPLOYEES OF THE ENTERPRISE ABOUT THE OCCURRENCE OF AN EMERGENCY

O. V. Kolesnikov¹, D. G. Kulikov²

^{1,2}Penza State University, Penza, Russia

¹oleg.rotottt@mail.ru

²danila-kulikov-1996@mail.ru

Abstract: This study is devoted to describing the development of a real-time system designed to alert enterprise employees in the event of an industrial emergency. Timely notification will improve the efficiency of response and elimination of consequences. The article discusses the basic principles of the system, the methods and means used. The system development process is described, which includes the analysis and collection of data on the occurrence of emergencies and the development of the logic of the system.

The advantages and disadvantages of such systems are discussed, as well as the possibilities of their industrial application, which helps to increase the level of safety in the enterprise.

Keywords: system, emergency situations, enterprise, employees

В современном мире чрезвычайные ситуации, такие как пожары, технологические аварии, террористические акты, стихийные бедствия и другие, могут возникнуть в любой момент и на любом предприятии. Безопасность и защита сотрудников являются основными приоритетами любой организации. Оповещение сотрудников о возникновении чрезвычайной ситуации играет важную роль в обеспечении их безопасности и эффективного реагирования на угрозы [1, 3]. В настоящее время доступны различные методы и средства оповещения, исследование которых поможет определить оптимальные подходы и разработать рекомендации по эффективному оповещению сотрудников [2].

В работе использовался комплексный исследовательский подход, включающий в себя анализ существующих систем оповещения, изучение современных технологий и методов оповещения, определение требований к оповещению сотрудников, а также выявление факторов, влияющих на успешность оповещения о чрезвычайных ситуациях. Для сбора данных были использованы различные источники, включая научные публикации, отчеты о происшествиях, статистическую информацию и опросы сотрудников предприятия.

Существующие системы оповещения о чрезвычайных ситуациях:

1. Объектовые системы оповещения:

Системы оповещения одинаково актуальны, как для внутри-объектового применения (оповещение персонала внутри зданий и сооружений), так и для оповещения населения, находящегося на внешних территориях, прилегающих к потенциально опасным объектам (предприятиям). Наиболее распространенными являются объектовые системы оповещения (ОСО), являющиеся составной частью т.н. нижнего звена РСЧС (Российской единой системы предупреждения и ликвидации ЧС) [4].

2. Локальные системы оповещения:

Локальные системы оповещения (ЛСО), в отличие от ОСО, осуществляют не только внутри-объектовое оповещение, но и оповещение населения, проживающего в зонах, прилегающих к потенциально-опасному предприятию. По своим задачам ОСО и ЛСО очень похожи, для проектирования ЛСО разработаны отдельные: “Методические рекомендации по созданию в районах потенциально-опасных объектов – локальных систем оповещения”.

ЛСО предназначены для своевременного доведения до населения, рабочих и служащих потенциально опасных объектов, соответствующих органов управления территориальной подсистемы РСЧС сигнала "Внимание всем!", информации об угрозе радиоактивного загрязнения, химического заражения и катастрофического затопления, а также информации о развитии событий и рекомендаций по дальнейшим действиям при авариях на потенциально опасных объектах.

3. Комплекс технических средств оповещения населения П-161М:

Еще одним примером региональной системы оповещения является система оповещения “СИГМА П-161М РММ8”. Комплекс технических средств КТС П-161М РММ-8 предназначен для создания автоматизированных систем оповещения локальных (в зоне потенциально-опасного объекта) и объектовых систем оповещения с целью доведения формализованных сигналов оповещения, текстовых и речевых сообщений до оперативных органов управления, должностных лиц, персонала и населения, проживающего в зоне ответственности.

Анализ существующих систем оповещения показал, что многие предприятия все еще оперируют устаревшими методами оповещения, такими как ручное голосовое оповещение или использование динамиков. Однако эти методы имеют свои ограничения, связанные с ограниченной зоной охвата и необходимостью физического присутствия сотрудников на рабочем месте. Современные технологии и методы оповещения, такие как использование систем автоматического оповещения через мобильные устройства, электронную почту и социальные сети, позволяют эффективно доставлять информацию о чрезвычайной ситуации независимо от местоположения сотрудников [3, 5, 6].

На основе результатов исследования были разработаны следующие рекомендации для оповещения сотрудников о возникновении чрезвычайной ситуации:

1. Громкоговорители и сирены: использование звукового оповещения для быстрого привлечения внимания населения и передачи основной информации о возникшей ЧС.

2. Радио и телевизионное оповещение: передача информации о чрезвычайной ситуации через радиовещательные и телевизионные сети для широкой аудитории.

3. SMS-оповещение: отправка текстовых сообщений с предупреждением и инструкциями на мобильные телефоны и другие устройства с поддержкой SMS.

4. Мобильные приложения: использование специальных приложений для мобильных устройств, которые могут отправлять оповещения и предоставлять информацию о ЧС.

5. Системы оповещения через социальные сети: использование платформ социальных сетей (например, Twitter, Facebook) для быстрого распространения информации о ЧС и предоставления инструкций.

6. Электронные информационные табло: установка табло с информацией о текущей чрезвычайной ситуации на общественных местах, включая транспортные узлы и площади.

7. Автоматические системы оповещения: использование специализированных систем, включая оповещение через автоматические голосовые сообщения, звуковые сирены и световые сигналы.

8. Использование комбинированного подхода, включающего голосовое оповещение, текстовые и графические сообщения, системы автоматического оповещения через мобильные устройства, электронную почту и социальные сети.

Результаты исследования показывают, что эффективное оповещение сотрудников предприятия о возникновении чрезвычайной ситуации является важным аспектом их безопасности и успешного реагирования на угрозы. Комбинированное использование различных методов и средств оповещения позволяет доставлять информацию о чрезвычайной ситуации независимо от местоположения сотрудников и повышает шансы на их своевременную эвакуацию и защиту. Рекомендации, разработанные на основе исследования, могут быть использованы предприятиями для оптимизации процесса оповещения и обеспечения безопасности своих сотрудников.

Список литературы

1. Armstrong E., Llorens J., Rowe M. Emergency notification systems: An evaluation of effective communication technologies for disaster response // International Journal of Disaster Risk Reduction. 2017. Vol. 22. P. 284–291.

2. Петров А. Г. Практикум по информационному обеспечению управления в экстремальных ситуациях. 2016. URL: hydrusbook.xyz

3. Ушенков А. С., Горшков В. И., Акжигитов Р. Г. Использование мобильных технологий при оповещении населения в чрезвычайных ситуациях // Вестник Академии гражданской защиты. М., 2017. С. 98–103.

4. Ковалев Е. В., Данилов Е. А., Васильева О. В. Управление информационными потоками при предупреждении и ликвидации чрезвычайных ситуаций // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Новые информационные технологии. 2017. С. 234–238. URL: search.rsl.ru>

5. Foth M., Brynskov M. Participatory design for disaster management // Urban Informatics: Community Integration and Implementation. Springer. 2020. P. 89–107. URL: vrolik.de>

6. Кузнецова Н. Ю., Иванова Е. Н., Барина О. А. Информационно-аналитические системы оценки чрезвычайных ситуаций : учеб. пособие. 2018. URL: http://shpora1.do.am>

УДК 004.8

ВОЗМОЖНОСТИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РАМКАХ ПРИЕМНОЙ КАМПАНИИ РЕГИОНАЛЬНОГО ВУЗА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЗАИНТЕРЕСОВАННОСТИ АБИТУРИЕНТОВ

А. Р. Майорова¹, Н. С. Карамышева²

^{1,2}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹oksaalla@yandex.ru

²karamyshevans@yandex.ru

Аннотация. Рассматривается вопрос использования искусственного интеллекта в деятельности приемных кампаний региональных вузов. Кратко описаны проблемы организации приемных кампаний и методы цифровизации, применяемые в настоящее время. В заключение предложены способы использования искусственного интеллекта в работе приемных кампаний.

Ключевые слова: искусственный интеллект, высшее образование, приемная кампания, цифровизация образования

THE POTENTIAL OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE CONTEXT OF THE ADMISSIONS CAMPAIGN OF A REGIONAL UNIVERSITY TO INCREASE PROSPECTIVE STUDENTS' INTEREST

A. R. Mayorova¹, N. S. Karamysheva²

^{1,2}Penza State University, Penza, Russia

¹oksaalla@yandex.ru

²karamyshevans@yandex.ru

Abstract. The article is devoted to the use of artificial intelligence in the activities of admission campaigns of regional universities. The problems of organizing admission campaigns and the methods of digitalization currently used are briefly described. In con-

clusion, the ways of using artificial intelligence in the work of admission campaigns are proposed.

Keywords: artificial intelligence, higher education, admission campaign, digitalization of education

В вузах Российской Федерации в последнее время активно внедряются стратегии цифровой трансформации (цифровизации) в сфере науки и высшего образования. С 2019 по 2023 год бы сделан огромный скачок в цифровом развитии приемных кампаний. Всего за несколько лет появились программные средства, предназначенные для приема, а также интеграции с государственными системами, таким как Госуслуги, ФИС и многими другими.

Многие региональные ВУЗы заказывают программные решения и сопровождение приемных кампаний у известных вендоров, таких как 1С или Парус. Другие же разрабатывают программные средства и интеграционные компоненты с внешними системами самостоятельно.

В 2024 году планируются существенные изменения в порядке приема, большинство из них будут связаны с появлением сервиса обеспечения зачисления, который будет тесно связан с Госуслугами. Вся приемная комиссия, по сути, будет перенесена в электронный формат, хотя такие способы подачи как лично и по почте останутся [2]. Однако с каждым годом все меньше и меньше абитуриентов посещают ВУЗ лично, вследствие чего отсутствует возможность проконсультировать поступающего, пояснив различие между специальностями. Также это мешает поступающим узнать, насколько комфортным будет для них пребывание в том или ином ВУЗе.

Этот процесс может иметь значительное влияние на план приема в региональных ВУЗах, поскольку статистика показывает, что большинство поступающих предпочитают известные программы обучения, не обращая внимание на менее известные и новые.

Например, в Пензенском государственном университете по данным с официального сайта на 2023 год на специальность 31.05.03. Стоматология было подано 417 заявлений на 8 бюджетных мест. На специальность 22.03.01 – Материаловедение и технологии материалов было подано 41 заявление на 13 мест [1].

Применение искусственного интеллекта в приемных кампаниях региональных ВУЗов позволит повысить заинтересованность абитуриентов конкретным ВУЗом, а также подробнее изучить специальности, кафедры и преподавательский состав ВУЗа.

Конечно, сейчас существуют сайты ВУЗов, оформленные по последним требованиям, но современные выпускники школ редко пользуются ими. Их больше интересуют новейшие технологии, такие как виртуальная реальность, чат-боты и, конечно же, социальные сети.

В настоящее время приемная кампания Пензенского государственного университета использует следующие средства привлечения абитуриентов: буклеты, сувенирную продукцию, сайт университета. Проводятся университетские субботы, выездные рекламные кампании в школах и колледжах. В 2023 году были использованы такие средства цифровизации, как QR-коды для перехода на сайт ВУЗа и сайты кафедр.

С приходом цифровизации во все органы государственной власти искусственный интеллект стал неотъемлемой частью нашей жизни. Использование искусственного интеллекта в вузах имеет большой потенциал для улучшения качества приема, образования и адаптации к изменяющимся требованиям современного общества.

В настоящее время искусственный интеллект имеет огромный потенциал для улучшения процессов приема, образования и адаптации к изменениям, которые накладывает современное общество на высшее образование.

Главными задачами для привлечения абитуриентов в региональный ВУЗ являются следующие:

- повышение «узнаваемости» ВУЗа в регионе и близлежащих регионах;
- повышение «лояльности» абитуриентов и их родителей;
- внедрение инновационных программ и образовательных технологий.

Для реализации этих задач искусственный интеллект (ИИ) может быть использован в работе приемной компании несколькими способами:

1. Разработка виртуальных помощников и чат-ботов.

ИИ может быть использован для создания виртуальных помощников и чат-ботов, которые будут отвечать на вопросы потенциальных абитуриентов. Это позволит им получить информацию о программе обучения, требованиях по приему, стипендиях и других важных аспектах. Виртуальные помощники могут работать круглосуточно, что практически невозможно при работе человека на телефоне. Виртуальный помощник может помочь разобраться с материалами сайта университета, перенаправив будущего абитуриента на нужную страницу, помочь в подаче документов для своевременной обработки таковых сотрудниками приемной комиссии, ведь нечеткие фотографии или полученные сканы могут существенно замедлить обработку документов.

В настоящее время это также будет актуально для приема лиц с особыми правами. В большинстве случаев у таких лиц не хватает некоторых документов, необходимых для поступления.

В настоящее время существует несколько решений FAQ-ботов для приемных кампаний. Например, FAQ-бот от компании Just AI [4].

2. Анализ данных абитуриентов.

Каждому абитуриенту интересны его шансы на поступление в тот или иной ВУЗ, и если ранее его могли проконсультировать сотрудники приемных кампаний, то сейчас без личного присутствия и анализа дела абитуриента это невозможно. Использование ИИ для анализа данных абитуриентов поможет идентифицировать общие паттерны и тренды, которые могут помочь оптимизировать процесс привлечения и отбора абитуриентов. Например, искусственный интеллект может использоваться для анализа результатов ЕГЭ или вступительных экзаменов, а также индивидуальных достижений поступающего и предлагать рекомендации по выбору специальности или прогнозировать шансы поступления на ту или иную специальность.

3. Персональные рекомендации.

ИИ может использоваться для создания персонализированных рекомендаций для абитуриентов на основе их предпочтений, интересов, академических достижений и целей. Например, искусственный интеллект может анализировать историю активности и интересов абитуриента в социальных сетях и предлагать релевантные программы обучения или направления подготовки.

4. Автоматизация процессов.

Искусственный интеллект может быть использован для автоматизации рутинных задач и процессов, таких как обработка индивидуальных достижений. В настоящее время индивидуальные достижения проверяются вручную в соответствии с правилами приема. Возможно использование классификатора при проверке документов на соответствие правилам приема. В дальнейшем возможна оптимизация данного процесса в части начисления баллов по распознанным документам.

В качестве примера автоматизации информационных процессов можно рассмотреть сбор и анализ статистики по работе приемной кампании. Например, создание отчетов, важных выборок и дашбордов – информационных панелей, которые получают данные из других систем и отображают (визуализируют) их в понятном виде, что поможет сократить время и ресурсы, освободив персонал для решения стратегических задач.

5. Онлайн-тур по университету.

Искусственный интеллект может быть интегрирован с технологиями виртуальной и дополненной реальности для создания интерактивных виртуальных туров по университету и других образовательных мероприятий. Это поможет абитуриентам получить более реалистичное представление о жизни вуза и их потенциальных учебных возможностях [4].

Хотя данные технологии применены в крупнейших вузах мира [3], они требуют больших затрат на реализацию, что во многих случаях неприемлемо для регионов.

6. Применение ИИ в рекламных кампаниях ВУЗа.

Используя искусственный интеллект, возможно анализировать эффективность приемной кампании ВУЗа в сравнении с другими конкурирующими ВУЗами, оценивать популярность постов в социальных сетях учебного заведения.

Использование искусственного интеллекта позволит персонализировать взаимодействие с каждым кандидатом, чтобы узнать больше об его интересах, целях и ценностях, а также поможет региональным ВУЗам выполнять план приема по якобы менее интересным специальностям, благодаря более развитой рекламной кампании.

Однако применение некоторых из предложенных вариантов потребует больших вычислительных мощностей, а также профессиональных и финансовых ресурсов. В связи с ускорением цифровизации образования использование средств ИИ становится все более и более доступным. Существуют такие модели партнерства, которые помогут снизить стоимость разработки, развития и поддержки данных технологий.

Список литературы

1. Информация о количестве поданных заявлений – Пензенский государственный университет (pnzgu.ru). URL: <https://pnzgu.ru/apply/stat> (дата обращения: 20.10.2023).

2. Порядок приема в вузы 2024 года: Подробный разбор проекта. URL: <https://postupi.online/journal/postuplenie-v-vuz/poryadok-priema-v-vuzy-2024-goda-podrobnyj-razbor-proekta/?ysclid=lnydu5f6hx308654200> (дата обращения: 20.10.2023).

3. Даггэн С. Искусственный интеллект в образовании: Изменение темпов обучения // Аналитическая записка ИИТО ЮНЕСКО / ред. С. Ю. Князева ; пер. с англ. А. В. Паршакова. М. : Институт ЮНЕСКО по информационным технологиям в образовании, 2020.

4. Сайт компании JUST AI. URL: <https://just-ai.com/solutions/bot-konsultant-dlya-abiturientov> (дата обращения: 20.10.2023).

СЕРВИСЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОНАЛЬНОСТИ РЕЧИ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

И. П. Бурукина¹, Ю. В. Мамелина²

^{1,2}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹burukinairina@gmail.com

²yurovsky01@mail.ru

Аннотация. Объектом исследования являются современные программные продукты, характеризующиеся возможностью определения тональности речи. Предметом исследования являются принципы построения современных информационных систем на основе машинного обучения и использования технологий интеллектуального анализа речи. Представленные в статье теоретические исследования базируются на изучении литературы и собственном опыте.

Ключевые слова: нейронная сеть, искусственный интеллект, машинное обучение, анализ речи, определение тональности, эмоции, голос

SERVICES FOR DETERMINING THE TONE OF SPEECH BASED ON NEURAL NETWORKS

I. P. Burukina¹, Y. V. Mamelina²

^{1,2}Penza State University, Penza, Russia

¹burukinairina@gmail.com

²yurovsky01@mail.ru

Abstract. The object of the study is modern software products characterized by the ability to determine the tone of speech. The subject of the research is the principles of building modern information systems based on machine learning and the use of intelligent speech analysis technologies. The theoretical research presented in the article is based on the study of literature and personal experience.

Keywords: neural network, artificial intelligence, machine learning, speech analysis, sentiment detection, emotions, voice

Для рассмотрения той или иной проблемы, помимо нахождения путей ее решения, необходимо обоснование актуальности решаемой задачи. В современном мире нейронные сети все больше внедряются в самые различные сферы жизнедеятельности, но нельзя отрицать, что ключевым звеном этой системы всегда является человек, настроение которого зачастую зависит от внешних факторов и может сыграть значительную роль при разговоре с собеседником. Ведь как можно просить повышение у начальника, который не в духе? Или поделиться своей радостью от покупки какой-нибудь мелочи с человеком, озабоченным болезнью своего домашнего питомца? Конечно, ситуации бывают разные, как и люди, которые в ней фи-

гурируют. Зачастую человек не может уловить истинную интонацию собеседника, ведь и агрессия бывает пассивной, и грусть не всегда можно распознать, поскольку не каждый из нас психолог с многолетним стажем за плечами, чтобы безошибочно определять интонацию в голосе. В таких ситуациях за помощью можно попробовать обратиться к компьютерным технологиям (а точнее, к искусственному интеллекту, специально обученному на распознавание интонаций), используя их в качестве аналогов, если под рукой нет знакомого эксперта психолога. Данная статья нацелена на сравнение имеющихся на рынке современных сервисов на основе нейронных сетей для определения тональности речи.

С началом активного использования нейронных сетей в самых различных жизненных сферах, в каждой отрасли на свет появляется все больше аналогов, составляющих немалую конкуренцию уже имеющимся программным продуктам. Изобрести универсальное решение, что придется по нраву всем и не будет иметь нюансов, нужно признать, буквально невозможно, поэтому у всех сервисов есть не только плюсы, но и минусы. Не стоит забывать, что именно спрос рождает предложение, а не наоборот. А вместе с этим растет и конкуренция.

Все чаще можно встретить программы и сайты с внедрением искусственного интеллекта, что неудивительно, если брать во внимание, как хорошо порой нейронная сеть справляется с поставленными перед ней задачами после качественного (и длительного) обучения [1]. Огромное количество нейронных сетей готовы прийти на помощь журналистам, редакторам, сценаристам и прочим профессиям, где изо дня в день приходится сталкиваться с большим количеством текста. У программистов есть возможность сократить время разработки кода не только с помощью фреймворков, но и обратившись к нейронным сетям, также основанных на текстовых запросах. Практически в любой сфере, где свое применение нашел компьютер, в настоящее время можно встретить интеграцию с искусственным интеллектом.

Все больше закрепляется связь между человеком и Всемирной паутиной. Помимо рабочих моментов, общество отдает предпочтение и общению через Интернет, отдаляясь от коммуникаций в офлайне. Таким образом, некоторые лица могут полностью утратить возможность при личной встрече понимать настроение собеседника. Потому как человек чаще всего не проявляет полностью те эмоции, что испытывает, довольно сложно уловить «волну», на которой будет строиться диалог. Однако интонация является большой подсказкой в этом вопросе межличностных отношений. Иногда фонетическая составляющая позволяет узнать о человеке даже больше, чем он хотел бы преподнести. Данная подводка была необходима для акцентирования внимания на важности сохранения живого общения, которое в настоящем строится для некоторых личностей с трудом в силу частого пребывания в онлайн, где эмоциональный окрас ограничивается смайликами в тексте.

Нейронные сети не обошли стороной данную проблему, благодаря чему можно определить состояние человека, основываясь на его интонации в разговоре через обученные алгоритмы.

Эмоция — это психическое состояние, связанное с нервной системой и вызванное химическими реакциями в организме, которое, как правило, является отражением мыслей, чувств и поведенческих реакций человека [2].

Главной задачей в вопросах анализа тональности является определение эмоционального уровня речи. Для этого необходимо рассмотреть некую классификацию, согласно которой можно различать эмоции друг от друга. Пол Экман, например, выделил шесть основных эмоций: гнев, отвращение, страх, счастье, печаль и удивление [3, 4].

В качестве основного инструмента для определения эмоций в данной статье предложены решения, основанные на машинном обучении, и приведен краткий обзор современных программных продуктов.

Первая нейронная сеть в списке представляет из себя приложение от израильской компании Beyond Verbal, основанной в 2012 году. Оно способно распознавать, злится человек или радуется, говорит убедительно или неуверенно. В основе лежат облачные вычисления, благодаря движку Moodies Beyond Verbal приложение способно понимать до 400 различных человеческих эмоций только лишь по голосу [5].

Beyond Verbal коммерциализирует запатентованную технологию, основанную на 18-летних исследованиях физиков и нейропсихологов механизмы интонации человека. Компания заявляет, что ее технология позволяет машинам понимать человеческие эмоции, анализируя необработанные голосовые интонации во время разговора. Эта технология основана на исследовании более 70 000 субъектов на более чем 30 различных языках, что привело к разработке приложения, которое извлекает настроение, отношения и личность людей по интонациям их голоса [6].

Алгоритм работы можно описать следующим образом: в течение 20 секунд приложение прослушивает голос, в результате анализа которого выдается предположение о том, с какими чувствами могли быть произнесены слова. Приложение Beyond Verbal не использует сам текст, поэтому речь может быть произнесена на любом языке, вместо осмысленных слов и предложений система обращает внимание на тональность, высоту и манеру говорящего. Сам анализ осуществляется по двум направлениям: сначала программа определяет «первичное» настроение (Primary Mood), легко различимое через выраженные голосом эмоции, затем она пытается определить подспудные, истинные чувства говорящего (Secondary Mood) [7].

Несмотря на удобный интерфейс приложения и довольно быструю обратную связь при работе с голосом человека, к недостатку можно отнести то, что нейросеть скорее спрашивает, верно ли ее предположении о тональности, нежели выдвигает утверждение. Таким образом не имеется полноценной возможности применения приложения в реальном диалоге. К тому же из-за отсутствия обработки в реальном времени, нужно дождаться выгрузки предположений искусственного интеллекта об эмоциональной расположенности собеседника перед тем, как ответить ему. Beyond Verbal скорее носит ознакомительный характер, продолжая развиваться на протяжении многих лет.

Удивительным изобретением может похвастаться разработка американских компаний IBM и Hilton – робот-консьерж для гостиничной индустрии «Connie».

Watson — это когнитивный компьютер, разработанный компанией IBM. Он был создан для того, чтобы обрабатывать большие объемы данных и производить их анализ с использованием искусственного интеллекта и машинного обучения [8].

Общение с чудом современной технологии может производиться на различных языках. Сам же робот эксплуатируется не только в отельном бизнесе, но и других отраслях, в их число также входят некоторые банковские инфраструктуры Японии.

Когнитивная система робота нацелена на распознавание и реагирование на человеческие эмоции. Она использует обработку естественного языка и анализа настроений, чтобы различить интонацию и смысл фраз собеседников. Например, если клиент недоволен своим номером в отеле, «Connie» может распознать его плохое настроение и предложить ряд решений [9].

Connie – самообучающаяся система. Таким образом, чем больше людей общаются с роботом, тем лучше он отвечает на вопросы, совершенствуя свои коммуникационные способности с течением времени. Также улучшается и качество ре-

комендаций системы. У отеля есть доступ к журналу вопросов-ответов робота, что позволит клиентам просматривать историю бесед консьержа с постояльцами, получая полезную информацию [10].

Очевидным недостатком данного масштабного проекта является цена в восемь тысяч долларов, из чего вытекает недоступность использования данного устройства широкому кругу лиц. И направленность изобретения все же именно на крупные компании, что ограничивает количество выпущенных экземпляров столь сложной системы.

Следующая система – американский стартап Cogito, в основе которого лежит нейронная сеть с возможностью распознавания эмоционального состояния человека через анализ его фонетической составляющей.

Cogito внедряет инновации в Emotion AI¹ и Conversation AI², объединяя их, чтобы предоставить командам call-центра и другим специалистам службы поддержки клиентов информацию не только о том, что говорить, но и о том, как обстоят дела на той стороне телефонного провода. Cogito предлагает мощные поведенческие и лексические модели, которые обеспечивают коучинг и руководство в режиме реального времени для агентов контакт-центра и продавцов, позволяют руководителям следить за живыми разговорами своих команд, работающих из любой точки, и постоянно отслеживают настроения клиентов. Cogito используется крупнейшими call-центрами, включая 8 из 25 крупнейших, для улучшения взаимодействия с клиентами и повышения уровня благосостояния сотрудников [11].

Данная система – легкодоступный и управляемый инструмент, который позволяет организации понимать и предоставлять поддержку клиентов в режиме реального времени. Cogito – мощный инструмент, который помогает в бизнесе, повышая эмоциональный интеллект специалистов с помощью искусственного интеллекта и машинного обучения [12].

По данным Cogito, клиенты, чьи звонки принимали операторы с поддержкой системы, на 28 % чаще были готовы посоветовать компанию знакомым [13].

К недостатку (как и в случае робота-консьержа) можно отнести бизнес направленность разработанной системы, что не позволяет каждому желающему ее протестировать. Что касается плюсов данной системы: во-первых, нельзя не отметить взаимодействие искусственного интеллекта с человеком в режиме реального времени, во-вторых, система обладает удобным интерфейсом, и в-третьих, составление и предоставление отчетности после звонка, что позволяет собирать статистику по данным работы с клиентами.

Система Smart Logger II предназначена для автоматизированного, комплексного анализа процессов клиентского обслуживания в контактных центрах. Smart Logger II является уже отечественной разработкой, представляющей аналог рассмотренной выше системе Cogito. Она также выполняет функции системы управления качеством обслуживания и анализа взаимодействий с клиентами.

В составе программного продукта большое количество функциональных модулей, отвечающие за решение технологических и прикладных задач, позволяющие системе взаимодействовать как с сотрудниками, так и с клиентами call-центра. Однако в рамках данной статьи рассматривается именно голосовая работа с данными, за что в данной системе отвечает Speech Analytics Lab. Она позволяет проводить анализ работы контактного центра с позиции клиентских обращений, определяемых с помощью технологии распознавания речи.

¹ Искусственный интеллект, обрабатывающий информацию об эмоциональном фоне человека в настоящий момент и реагирующий на полученные данные.

² Разговорный искусственный интеллект.

Оценка эмоционального фона диалогов учитывает тон, громкость, паузы, мелодичность и другие акустические характеристики, а также лексический состав речи. Данный подход позволяет максимально точно выделить проблемные обращения для дальнейшего анализа [14].

Система работает как режиме реального времени, так и позволяет обрабатывать записи (фонограммы), параллельно расширяя базу для машинного обучения. Smart Logger II имеет сходство со своим зарубежным аналогом Cogito. Российской системе также присущ простой в использовании интерфейс, однако он все еще относится к программным продуктам, предназначенных для компаний, что закрывает возможность простого пользователь «прощупать» систему изнутри, доверяясь лишь открытым руководством.

В результате анализа приведенных программных продуктов, в основе которых лежат нейронные сети с целью определения тональности речи, вывод можно трактовать по-разному. С одной стороны, встречаются довольно развитые технологии, поражающие своей масштабностью и качеством выдаваемого результата, с другой стороны, лишь в одном из четырех представленных случаев есть возможность неограниченного использования приложения, вне зависимости от роли человека. Таким образом, в области, где обработка голоса имеет больший приоритет, можно найти и отечественную, и зарубежную разработку для конкретно специализированной задачи, однако более простые системы для открытого пользования еще мало предложены.

Список литературы

1. Поставить диагноз и выявить признаки заболевания: как нейросети помогают врачам в Москве // MOS.RU. URL: <https://www.mos.ru/news/item/125405073/> (дата обращения: 25.09.2023).
2. Васильев И. А., Поплужный В. Л., Тихомиров О. К. Эмоции и мышление. М., 2010. 288 с.
3. Психология эмоций. Я знаю, что ты чувствуешь : пер. с англ. 2-е изд. СПб. : Питер, 2010. 334 с.
4. Бурукина И. С., Бурукина И. П. Вопросы отглагольной номинализации в языке какчикель // Вопросы языкознания. 2022. № 6. С. 62–80. doi: 10.31857/0373-658X.2022.6.62-80
5. Приложение Beyond Verbal распознает эмоции пользователя // MARTOSENNIJ.LIVEJOURNAL.COM. URL: <https://martosennij.livejournal.com/177321.html> (дата обращения: 26.09.2023).
6. Beyond Verbal // ALPHAPEDIA.RU. URL: https://alphapedia.ru/w/Beyond_Verbal (дата обращения: 26.09.2023).
7. Сервис Beyond Verbal определит ваше настроение по голосу // WHITE-WINDOWS.RU. URL: <https://www.white-windows.ru/servis-beyond-verbal-opredelit-vashe-nastroenie-po-golosu/> (дата обращения: 26.09.2023).
8. Удивительная история компьютера Watson от IBM: мой опыт общения с нейросетью // DZEN.RU. URL: <https://kurl.ru/WDbHc> (дата обращения: 26.09.2023).
9. Emotion AI, голосовые помощники и системы распознавания лиц: будущее программ лояльности // VC.RU. URL: <https://kurl.ru/jjYE1> (дата обращения: 26.09.2023).
10. IBM и Hilton разработали робота-консьержа на основе когнитивной системы Watson // HABR.COM. URL: <https://habr.com/ru/companies/ibm/articles/280416/> (дата обращения: 26.09.2023).
11. Cogito Announces Updates to Emotion AI Software on Salesforce AppExchange, the World's Leading Enterprise Cloud Marketplace // BUSINESS-WIRE.COM. URL: <https://clck.ru/35uAyy> (дата обращения: 27.09.2023).

12. Cogito: the emotional intelligence tool for your business // CURVEARRO.COM. URL: <https://www.curvearro.com/blog/cogito-the-emotional-intelligence-tool-for-your-business/> (дата обращения: 27.09.2023).

13. Прогулка с единорогами: алгоритм Cogito, читающий эмоции по телефону // QUOTE.RBC.RU. URL: <https://clck.ru/35uBCm> (дата обращения: 27.09.2023).

14. Smart Logger. Системы управления качеством и автоматизации работы контактного центра // SPEECHPRO.RU. URL: <https://www.speechpro.ru/product/sistemy-upravleniya-kachestvom-i-avtomatizatsii/smart-logger-2> (дата обращения: 28.09.2023).

УДК 004.89

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЯХ

Н. С. Сахно¹, А. А. Новосельцев²

^{1,2}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹niksahn@gmail.com

²sasha_novosel@mail.ru

Аннотация. В наше время благодаря развитию технологий развиваются искусственный интеллект и нейросети. Они находят свое применение в различных сферах. Рассмотрены способы применения искусственного интеллекта и нейросетей в мобильных приложениях. Проанализированы способы взаимодействия машинного интеллекта и мобильного приложения. Также подчеркивается роль нейросетей в улучшении пользовательского опыта и персонализации функционала приложений.

Ключевые слова: искусственный интеллект, мобильное приложение, нейросети

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MOBILE APPLICATIONS

N. S. Sakhno¹, A. A. Novoseltsev²

^{1,2}Penza State University, Penza, Russia

¹niksahn@gmail.com

²sasha_novosel@mail.ru

Abstract. Nowadays, thanks to the development of technology, artificial intelligence and neural networks are also developing. They find their application in various fields. This article examined ways to use artificial intelligence and neural networks in mobile applications. The ways of interaction between machine intelligence and a mobile application were analyzed. The article also emphasizes the role of neural networks in improving user experience and personalizing application functionality.

Keywords: artificial intelligence, mobile application, neural networks

Введение

Искусственный интеллект пользуется популярностью во всех сферах деятельности, а его правильные в большинстве случаев ответы побуждают людей еще чаще обращаться за помощью. В эпоху мобильности, когда у каждого человека с собой имеется смартфон, по функциональности не уступающий компьютерам, перед разработчиками стоит вопрос о внедрении в свои приложения возможности взаимодействия с нейросетью.

Цель данной статьи – продемонстрировать современные методы применения искусственного интеллекта в мобильных приложениях

Искусственный интеллект (ИИ; англ. *artificial intelligence, AI*) – свойство искусственных интеллектуальных систем выполнять творческие функции, которые традиционно считаются прерогативой человека (не следует путать с искусственным сознанием); наука и технология создания интеллектуальных машин, особенно интеллектуальных компьютерных программ [1].

Одним из наиболее распространенных способов применения ИИ является распознавание изображений, данная область называется “компьютерным зрением”. Множество мобильных приложений успешно используют этот способ. Например, мобильное приложение браузера “Яндекс” использует компьютерное зрение для функции поиска похожих объектов на изображении [2].

Функция автокоррекции, давно вошедшая в нашу жизнь, также появилась благодаря использованию ИИ. Обработка естественного языка (NLP) позволяет приложениям взаимодействовать с пользователями на более глубоком уровне, понимая и анализируя их запросы. Данная область также включает в себя машинный перевод и чат-боты. Приложения, оснащенные нейросетями для обработки естественного языка способны учитывать намерения пользователя и лучше подстраиваться под его нужды.

ИИ также применяется для улучшения работы рекомендательных систем, с помощью машинного обучения анализируется поведение и предпочтение пользователя и на основе этих данных ему предлагается различный контент, интересующий только этого пользователя. Данный способ использования ИИ широко применяется в приложениях социальных сетей и видеохостингов. Одним из примеров может служить социальная сеть “ВКонтакте”, которая подстраивает ленту новостей под пользователя.

Существует несколько способов взаимодействия мобильного приложения и ИИ. Одним из наиболее распространенных является использование нейросети, расположенной на сервере. Данные отправляются на сервер, где обрабатываются моделью, на устройство приходит готовый ответ. Этот способ имеет свои преимущества и недостатки. Одним из преимуществ является отсутствие ограничений в вычислительных возможностях. Серверы обладают более высокими вычислительными мощностями по сравнению с индивидуальными устройствами, что позволяет работать с более сложными и глубокими нейронными сетями и обрабатывать большие объемы данных. Также централизованное размещение позволяет быстро внедрять обновления и улучшения для моделей нейронных сетей, что обеспечивает более эффективную работу приложений. Более того, использование серверов для обработки тяжелых вычислений помогает пользователям экономить энергию и ресурсы, который сильно ограничены на мобильных устройствах.

Одним из главных недостатков зависимость от интернет-соединения. Приложению для полного функционирования будет необходимо стабильное и непрерывное интернет соединение. То есть, данный способ неприменим для приложений, работающих в оффлайн режиме.

Другим способом взаимодействия мобильного приложения и ИИ является интеграция нейросети в само приложение. В данном случае модель будет запускаться непосредственно на устройстве пользователя, что создает некоторые ограничения в функциональности нейросети.

На данный момент почти у всех основных фреймворков, используемых для машинного обучения, есть свои средства для развертывания обученных моделей на мобильных телефонах. TensorFlow Lite представляет собой легковесную версию фреймворка TensorFlow от Google, предназначенную для запуска моделей на мобильных устройствах, включая мобильные телефоны. Он поддерживает различные типы моделей и оптимизирован для работы с ресурсами мобильных устройств. Также он обеспечивает легкость интеграции на обеих основных мобильных операционных системах, таких как на android и iOS. Главным недостатком являются ограниченные возможности обучения по сравнению с TensorFlow. Несмотря на это большинство популярных фреймворков предлагают возможность конвертации моделей в формат TensorFlow Lite. Схема работы TensorFlow Lite представлена на рис. 1.

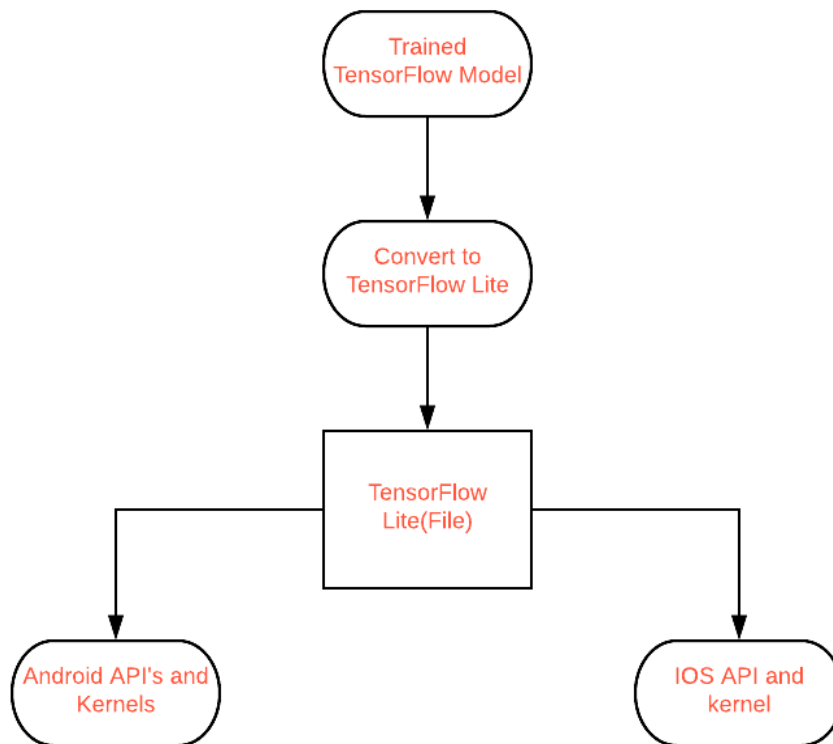


Рис. 1. Схема работы TensorFlow Lite. Источник [3]

Apple также предлагает собственное решение. Core ML это фреймворк, позволяющий интегрировать обученные модели в приложения iOS. Core ML поддерживает различные типы моделей и предоставляет инструменты для конвертации моделей из разных форматов. Этот фреймворк обладает удобным API для встраивания моделей в приложения. Однако он ориентирован на экосистему Apple и не подходит для Android-приложений.

У популярного фреймворка PyTorch есть собственный инструмент для работы с мобильными устройствами – PyTorch Mobile. Он предлагает хорошую поддержку PyTorch функциональности. Тем не менее, этот фреймворк не так широко

распространен, как TensorFlow Lite или Core ML. Схема работы PyTorch представлена на рис. 2.

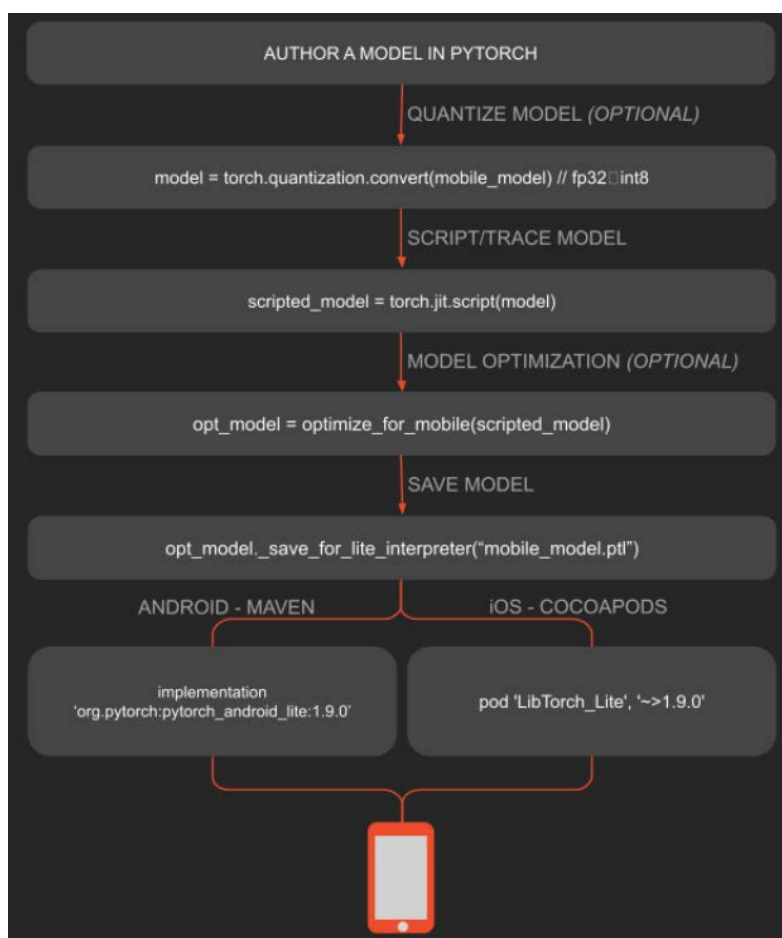


Рис. 2. Схема работы PyTorch Mobile. Источник [4]

Каждый инструмент имеет свои сильные и слабые стороны, и выбор зависит от конкретных требований проекта, знаний и предпочтений разработчика.

Вывод

В статье рассмотрены различные способы применения искусственного интеллекта в мобильных приложениях, а также такие способы их взаимодействия, как использование нейросети, расположенной на сервере, и интегрирование обученной нейросети прямо на устройство.

Список литературы

1. Искусственный интеллект // Википедия – свободная энциклопедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D1%81%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82 (дата обращения: 15.10.2023).
2. В приложении Яндекс появилась умная камера // Яндекс. URL: <https://yandex.ru/company/news/2021-04-13> (дата обращения: 15.10.2023).
3. TensorFlow 2.0 // Geeksforgeeks. URL: <https://www.geeksforgeeks.org/tensorflow-2-0/?type=article&id=322109> (дата обращения: 15.10.2023).
4. Pytorch Mobile // AIOZ AI. URL: <https://ai.aioz.io/guides/ml-ops/pytorchmobile/> (дата обращения: 15.10.2023).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ПРОГРАММЫ CATTRANSLATE

С. В. Лысак¹, Я. Е. Ковешников², В. В. Эпп³

^{1,2,3}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹stefan.lysak@yandex.ru

²yarkovesh@yandex.ru

³vitalinae@mail.ru

Аннотация. Анализируются вопросы применения искусственного интеллекта для программы CatTranslate. Данная разработка поможет хозяевам и их питомцам понимать друг друга. Произведено рассмотрение имеющихся аналогов, подготовлен обзор библиотек с работой со звуком в высокоуровневом языке программирования Python.

Ключевые слова: переводчик, запись звука, искусственный интеллект, библиотеки

USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR THE CATTRANSLATE PROGRAM

S. V. Lysak¹, Y. E. Koveshnikov², V. V. Epp³

^{1,2,3}Penza State University, Penza, Russia

¹stefan.lysak@yandex.ru

²yarkovesh@yandex.ru

³vitalinae@mail.ru

Abstract. The issues of the use of artificial intelligence for the Cat Translate program are analyzed. This development will help owners and their pets to understand each other. A review of existing analogues was made, an overview of libraries with sound in the high-level Python programming language was prepared.

Keywords: translator, sound recording, artificial intelligence, libraries

Владельцы домашних животных ежедневно не понимают, что хотят донести до них их питомцы. Эта проблема может оказаться серьезнее, чем может показаться на первый взгляд, потому что, если владелец поймет, что с котиком что-нибудь случилось, он сразу сможет предпринять все необходимые действия по устранению данного недуга. Кошачий переводчик – это не просто набор слов и фраз, а с его помощью можно узнавать текущее состояние и настроение своего любимца.

Обзор аналогов

1. Кошачий Переводчик Симулятор. Программой можно пользоваться как разговорником. Программа умеет переводить на язык кошек и отдельные слова, и даже целые фразы.

2. Переводчик на кошачий язык для Android. С помощью этого приложения можно поинтересоваться, как дела у кота или котенка, похвалить или немного поругать. В переводчике есть встроенный разговорник, в котором можно выбирать фразы для перевода на кошачий. Программа умеет работать и с голосовым вводом.

3. Переводчик на кошачий Айфона. В программе собрано около 180 звуков кошачьей речи, записанных при «общении» специалистов с 25 котами. Это настоящие звуки животных, а не компьютерная подделка – а значит, кошка, пользователь такой программы точно не останется равнодушна, и хозяин поймет своего питомца.

4. MeowTalk. При помощи данной программы можно понимать, когда любимец опечален, хочет играть, есть или просит вас о чем-то важном. В основу переводчика положены современные технологии, в том числе машинное обучение. В нейросеть занесено множество звуков кошек и их действий — приложение сравнивает то и другое, находит совпадения и делает выводы. Таким образом, включив переводчик, хозяин кошки сможет с большой точностью понять, о чем пытается сообщить питомец.

Обзор библиотек в Python для работы со звуком

1. Dejavu – это аудио модуль с открытым исходным кодом. Он может запоминать записанный звук, прослушивая его один раз, и этот звук сохраняется в базе данных. После этого, когда проигрывается песня, микрофонный вход или дисковый файл, Dejavu пытается сопоставить звук с сохраненными в базе данными, и вернуть песню или запись, которая была воспроизведена ранее.

2. Ruidub – это библиотека, используемая для управления аудио и добавления к нему эффектов. Она представляет собой очень простой и легкий, но высокоуровневый интерфейс, а также позволяет пользователям сохранять аудио в различных форматах файлов.

3. Simpleaudio – это кроссплатформенная библиотека. Используется для воспроизведения файлов WAV без каких-либо зависимостей. Она ожидает, пока файл закончит воспроизведение звука в формате WAV, перед завершением скрипта.

4. Playsound – это модуль, с помощью которого пользователи могут воспроизводить звук в одной строке кода. Это кроссплатформенный модуль, который представляет собой единую функцию без каких-либо зависимостей для воспроизведения звуков и аудио.

Обзор библиотек в Python для работы с искусственным интеллектом

1. Theano используется там, где необходимо произвести вычисления с большой точностью максимально быстро, в частности в нейронных сетях и машинном обучении. Основой большинства систем машинного обучения и искусственного интеллекта является многократное вычисление сложных математических выражений. Theano позволяет проводить вычисления в сотни раз быстрее. Модули данной библиотеки могут работать с очень большими и сложными нейронными сетями.

2. TensorFlow. Данная библиотека от Google была разработана специально для обучения нейронных сетей. Библиотека использует многоуровневую систему узлов для обработки большого количества данных, что расширяет сферу ее использования далеко за пределы научной области. TensorFlow используется для поиска новых планет, помогает врачам сканировать диагностические снимки и выявлять болезни, помогает спасать леса, предупреждая власти о признаках незаконной вырубки.

3. Keras используется в построении и обучении нейронных сетей, а также при решении задачи распознавания устной речи. Библиотека особенно удобна для начинающих разработчиков, которые хотят проектировать и разрабатывать собственные нейронные сети.

Сравним все библиотеки по следующим категориям (табл. 1):

- Длительность звука. Этот параметр наиболее важен, потому что у кошек, как правило, непродолжительная «речь».
- Диапазон частот. Этот показатель так же нужно учитывать, поскольку у этих милых созданий свой звуковой диапазон.
- Наличие шума может существенно повлиять на обработку звука, поэтому его также нужно учитывать.

Таблица 1

Сравнение библиотек Python по работе со звуком

Название библиотеки	Длительность звука	Диапазон частот	Наличие шума
Dejavu	6 секунд	от 20 до 150 кГц	Учитывается
Pydub	5 секунд	До 192 кГц	Не учитывается
Simpleaudio	7–8 секунд	До 192 кГц	Информации нет
Playsound	1–2 секунды	До 100кГц	Информации нет

В результате обзора различных источников можно сделать определенные выводы. Диапазон частот у всех библиотек является достаточным для определения языка кошек. Быстрее распознает звучание модуль playsound.

Заключение

В этой статье обсудили многообразные типы библиотек Python [1, 2], которые применяются для воспроизведения и записи различных типов аудиофайлов и звуковых дорожек. Здесь пояснили значимость каждой библиотеки для воспроизведения звуков в проекте разработки и модификации приложений и программного обеспечения. Также был представлен обзор существующих аналогов.

Список литературы

1. Рашка С. Python и машинное обучение: современный подход к разработке приложений. М. : ДМК Пресс, 2020.
2. Шолле Ф. Глубокое обучение на Python с помощью TensorFlow и Keras. O'Reilly Media, 2018. 400 с. URL: habr.com>

УДК 004.428.2

ОБЗОР БИБЛИОТЕК PYTHON ДЛЯ РАБОТЫ С ГРАФИКОЙ И ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ

П. В. Усенко¹, П. Е. Манцерава², В. В. Эпп³

^{1,2,3}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹ polinka7430@gmail.com

² polina.mantserova@yandex.ru

³ vitalinae@mail.ru

Аннотация. Проводится обзор современных библиотек Python, предназначенных для работы с графикой и искусственным интеллектом, с акцентом на раз-

работке нейронной сети для проверки правильности печатных плат. Рассматриваются такие библиотеки, как TensorFlow, PyTorch, OpenCV и Keras, которые предназначены для работы с искусственным интеллектом и машинным обучением.

Ключевые слова: Python, библиотеки, графика, искусственный интеллект, обзор, программирование

OVERVIEW OF PYTHON LIBRARIES FOR WORKING WITH GRAPHICS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE

P. V. Usenko¹, P. E. Mantserova², V. V. Epp³

^{1,2,3}Penza State University, Penza, Russia

¹ polinka7430@gmail.com

² polina.mantserova@yandex.ru

³ vitalinae@mail.ru

Abstract. The article provides an overview of modern Python libraries designed for working with graphics and artificial intelligence, with an emphasis on developing a neural network for checking the correctness of printed circuit boards. Libraries considered are TensorFlow, PyTorch, OpenCV and Keras, which are designed to work with artificial intelligence and machine learning.

Keywords: Python, libraries, graphics, artificial intelligence, review, programming

Python является одним из наиболее распространенных языков программирования для реализации искусственного интеллекта и машинного обучения. Он обладает широким спектром библиотек, которые обеспечивают различные возможности для работы с графикой и искусственным интеллектом.

Искусственный интеллект (ИИ) – технология, позволяющая системе, машине или компьютеру выполнять задачи, требующие разумного мышления, то есть имитировать поведение человека для постепенного обучения с использованием полученной информации и решения конкретных вопросов.

Цель статьи – сравнить библиотеки для работы с искусственным интеллектом и машинным обучением, рассмотреть их функционал и достоинства. Необходимо определить какие библиотеки лучше подойдут для задачи определения дефектов на печатных платах, то есть для разработки приложения, которое будет проверять качество печатные платы с помощью нейронной сети.

Постановка проблемы. В процессе производства печатных плат принимает участие большое количество программных и аппаратных средств. Наряду с изготовлением серьезное значение имеет также и качество рисунка печатной платы. Контролем качества на всех этапах производства занимается человек, а это значительно снижает продуктивность и отбраковки. Поэтому данная задача направлена на снижение процента брака выпускаемой продукции.

Основным критерием выбора библиотеки для решения поставленной задачи, будет работа нейронной сети с цветными изображениями. Библиотеки, которые отвечают этому параметру:

- OpenCV
- TensorFlow
- Keras
- PyTorch

В рассмотренных библиотеках имеется большой функционал для работы с изображениями, поэтому без разработки приложения трудно определить какая из них лучше подойдет для проверки качества печатных плат. Но использование любой из библиотек предполагает выполнение определенных этапов, а именно:

1. Этап подготовки данных – сбор статических изображений печатных плат с дефектами и без них. На этом этапе предполагается использовать библиотеки OpenCV или PyTorch.

2. Этап создания архитектуры и обучение нейронной сети - на этом этапе необходимо разработать сверточную нейронную сеть и обучить на данных. Предполагается использовать библиотеки TensorFlow и Keras.

3. Этап тестирования и оценка производительности - на этом этапе тестирование нейронной сети будет проходить на новых изображениях и оценка количества ошибок.

Заключение. Существующие библиотеки Python [1–3] не подходят для проверки качества печатных плат, необходима комбинация библиотек для разработки приложения.

Список литературы

1. Лутц М. Изучаем Python: программирование игр, визуализация данных, веб-приложения. СПб. : Питер, 2020.

2. Рашка С. Python и машинное обучение: современный подход к разработке приложений. М. : ДМК Пресс, 2020.

3. Шолле Ф. Глубокое обучение на Python с помощью TensorFlow и Keras. O'Reilly Media, 2018. 400 с. URL: habr.com>

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕДАЧИ, ХРАНЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

УДК 681.51

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ И МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ КИБЕРФИЗИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ДАННЫХ МОНИТОРИНГА

Р. Ю. Борзин

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Россия*

roma.borzin@mail.ru

Аннотация. Рассматриваются основные модели и методы управления киберфизическими системами на основе анализа данных мониторинга. Также представлена концептуальная схема системы сбора, анализа данных мониторинга и управления кормораздатчиком.

Ключевые слова: киберфизические системы, анализ данных, мониторинг, искусственный интеллект, машинное обучение, динамическая внешняя среда

DEVELOPMENT OF MODELS AND METHODS OF CYBERNETIC SYSTEMS MANAGEMENT BASED ON MONITORING DATA ANALYSIS

R. Y. Borzin

Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia

roma.borzin@mail.ru

Abstract. The report discusses the main models and methods of managing cyber-physical systems based on the analysis of monitoring data. The conceptual scheme of the system for collecting, analyzing monitoring data and managing the feed dispenser is also presented.

Keywords: cyber-physical systems, data analysis, monitoring, artificial intelligence, machine learning, dynamic external environment

На сегодняшний день одной из важнейших задач на производстве является его оптимизация. Одним из способов оптимизации производства является внедрение киберфизических систем. Киберфизические системы (CPS) – это интегрированные системы, которые сочетают в себе вычислительные и физические компоненты [1, 2, 4, 5]. Они играют важную роль во многих отраслях, таких как автомобилестроение, здравоохранение, энергетика и многое другое. Управление CPS, основанное на анализе данных мониторинга, включает использование данных, собранных с датчиков и других устройств, для принятия решений и управления системой.

Следующие модели и методы могут быть использованы для управления киберфизическими системами на основе анализа данных мониторинга [3]:

1. Модель предсказания:

ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average): это статистическая модель, используемая при анализе временных рядов. Он учитывает тенденции и сезонные колебания, которые позволяют делать прогнозы на будущее.

LSTM (Long Short-Term Memory): это тип рекуррентных нейронных сетей (RNN), хорошо подходящих для последовательного анализа данных. LSTM способны регистрировать долгосрочные зависимости в данных.

2. Модель адаптивного управления:

Адаптивные методы управления позволяют системе адаптироваться к изменяющимся условиям. Примером может служить алгоритм, использующий «наблюдателя» (observer), который оценивает текущее состояние системы и корректирует управляющие сигналы.

3. Модель оптимизации:

Методы линейного и нелинейного программирования позволяют находить оптимальные значения для переменных, удовлетворяющих определенным ограничениям.

Генетические алгоритмы имитируют процесс естественного отбора, позволяя находить решения, близкие к оптимальным.

4. Модель машинного обучения:

Обучение с учителем включает в себя регрессионные модели и классификационные модели.

Обучение без учителя включает кластеризацию и методы снижения размерности.

5. Модель управления на основе знаний:

Экспертные системы используют базы данных знаний и правил для принятия решений. Экспертные системы могут быть полезны, когда существуют четкие правила, описывающие поведение системы.

6. Методы анализа данных:

Интеллектуальный анализ данных (Data Mining) – это поиск скрытых закономерностей и зависимостей в данных.

Статистический анализ включает методы описательной статистики, корреляционного анализа.

7. Методы машинного зрения и обработки изображений:

Используется, когда данные содержат визуальную информацию. Сюда входят алгоритмы распознавания объектов, сегментация изображений.

8. Методы обработки текстовых данных:

Тональный анализ (Sentiment Analysis) определяет эмоциональную окраску текста, что может быть полезно при принятии решений на основе комментариев и отзывов.

9. Методы обучения с подкреплением (Reinforcement Learning):

Включают алгоритмы, в которых агент принимает действия в среде и получает награды или штрафы в зависимости от своих действий.

10. Системы поддержки принятия решений (Decision Support Systems):

Обеспечивают анализ данных и предоставляют рекомендации для принятия оптимальных решений.

11. Модели анализа рисков:

Используется для оценки потенциальных угроз и разработки стратегий борьбы с ними.

Следует отметить, что эти методы могут использоваться совместно, и выбор конкретного подхода зависит от конкретной функции и характеристик системы.

Кроме того, эффективное управление CPS часто требует сочетания нескольких методов и моделей для достижения наилучших результатов.

На рис. 1 представлена концепция системы сбора, анализа данных мониторинга и управления кормораздатчиком на примере рыбного хозяйства.

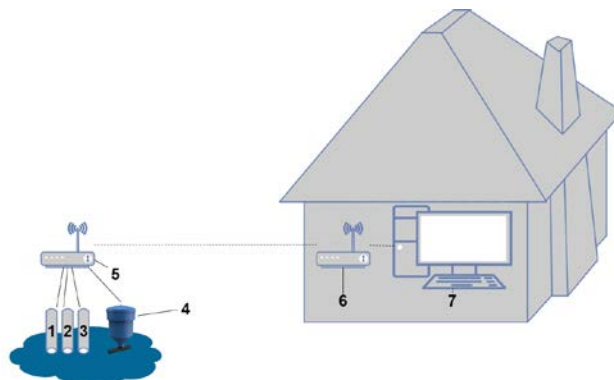


Рис. 1. Концепция системы сбора, анализа данных мониторинга и управления кормораздатчиком:

- 1 – датчик pH воды; 2 – датчик насыщенности кислорода; 3 – датчик температуры;
- 4 – Кормораздатчик шнековый; 5 – устройство передатчика; 6 – устройство приемника;
- 7 – Персональный компьютер для вывода рекомендаций

Для автоматического управления кормораздатчиком система будет использовать данные мониторинга для вычисления оптимального объема корма и режима его распределения в зависимости от типа и количества рыбы, а также от условий воды (температура, насыщенность кислородом, давление). Система также будет учитывать текущее количество корма в бункере кормораздатчика. На основе этих данных система будет автоматически определять необходимое количество корма для каждой зоны и выдавать соответствующие команды шнековому кормораздатчику.

Таким образом для решения задачи управления киберфизическими системами на основе анализа данных мониторинга, были выбраны следующие модели и методы: Модель адаптивного управления, Статистический анализ и Системы поддержки принятия решений.

Список литературы

1. Борзин Р. Ю., Рогожников Е. Д., Кравец А. Г. Разработка концептуальной модели системы сбора и анализа данных для киберфизической системы // Математические методы в технологиях и технике. 2023. № 9. С. 106–109. doi: 10.52348/2712-8873_ММТТ_2023_9_106
2. Борзин Р. Ю., Силаев А. А. Реализация беспроводной передачи данных с помощью технологии LoRaWAN // Промышленные АСУ и контроллеры. 2022. № 2. С. 20–24.
3. Ясир Ш., Кравец А. Г., Анохин А. О., Пивоваров В. В., Астанков А. А. Сбор и анализ гетерогенных данных в управлении услугами ЖКХ по водоснабжению и водоотведению // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2019. № 3. С. 28–38.
4. Kaster P., Sen P. P. K. Cybersecurity and Rural Electric Power Systems: Considering Competing Requirements for Implementing a Protection Plan // IEEE Industry Applications Magazine. 2017. № 5 (23).
5. Lavi R., Dori Y. J., Dori D. Assessing Novelty and Systems Thinking in Conceptual Models of Technological Systems // IEEE Transactions on Education. 2021. № 2 (64).

РАЗВИТИЕ ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ АРИТМИИ

В. А. Гасанова¹, А. В. Пушкарева²

*^{1,2}Пензенский государственный технологический университет,
Пенза, Россия*

¹veronicka6949@yandex.ru

²a.v.push89@gmail.com

Аннотация. Активное развитие информационно-коммуникационных технологий, а также стратегия развития здравоохранения в Российской Федерации на период до 2025 г. обуславливают повышенный контроль состояния больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями на расстоянии. Такие сердечно-сосудистые заболевания, как аритмия, являются одной из распространенных медицинских проблем, ее диагностика с помощью развитых телемедицинских систем позволяет обнаруживать, записывать и автоматически интерпретировать нарушения сердечного ритма, резкие изменения частоты сердечных сокращений с использованием технологий фотоплетизмографии и электрокардиограммы. Таким образом, системы телеметрии довольно эффективны, поскольку они не ограничены во времени и в пространстве. Рассматриваются несколько платформ для дистанционного обнаружения и телемониторинга непрерывных сердечных аритмий в режиме реального времени.

Ключевые слова: телемедицина, аритмия, диагностика, телемониторинг, сердечный ритм, электрокардиограмма

DEVELOPMENT OF TELEMEDICINE TECHNOLOGIES IN THE DIAGNOSIS OF ARRHYTHMIA

V. A. Gasanova¹, A. V. Pushkareva²

^{1,2}Penza State Technological University, Penza, Russia

¹veronicka6949@yandex.ru

²a.v.push89@gmail.com

Abstract. The active development of information and communication technologies, as well as the strategy for the development of healthcare in the Russian Federation for the period up to 2025, causes increased monitoring of the condition of patients with cardiovascular diseases at a distance. Such cardiovascular diseases as arrhythmia are one of the most common medical problems, its diagnosis with the help of advanced telemedicine systems allows you to detect, record and automatically interpret cardiac arrhythmias, sudden changes in heart rate using photoplethysmography and electrocardiogram technologies. Thus, telemetry systems are quite effective, since they are unlimited in time and

space. This article discusses several platforms for remote detection and telemonitoring of continuous cardiac arrhythmias in real time.

Keywords: telemedicine, arrhythmia, diagnostics, telemonitoring, heart rate, electrocardiogram

Активное развитие информационно-коммуникационных технологий, а также стратегии развития здравоохранения в Российской Федерации на период до 2025 года, обуславливает повышенный контроль состояния больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями на расстоянии. Одной из основных задач развития здравоохранения в Российской Федерации является: создание условий для повышения доступности и качества медицинской помощи [1]. Данная задача является целью телемедицинских систем и технологий.

На сегодняшний день сердечно-сосудистые заболевания являются одной из распространенных медицинских проблем, в частности – аритмия. Ее диагностика с помощью развитых телемедицинских технологий позволяет обнаруживать, записывать и автоматически интерпретировать нарушения сердечного ритма, резкие изменения частоты сердечных сокращений с использованием технологий фотоплетизмографии и электрокардиограммы.

Использование телемедицинских систем на основе технологических виртуальных платформ позволяет предоставить различные аспекты медицинской информации, телемониторинга, профилактики лечения и медицинского обслуживания посредством удаленного электронного интерфейса. Удаленный мониторинг пациента предполагает непрерывную оценку клинического статуса пациента, будь то посредством прямого видеомониторинга пациента или посредством анализа тестов и изображений, собранных удаленно [2].

Если рассматривать сердечно-сосудистые имплантируемые электронные устройства с дистанционным мониторингом, то их преимущества при диагностике аритмий, являются сокращение числа посещений больницы и времени принятия клинических решений. Некоторые исследования показывают, что для тех, кто подвержен риску аритмии, носимые устройства или другие устройства и дистанционный мониторинг могут быть полезны для раннего выявления фибрилляций предсердий и других сердечно-сосудистых заболеваний [3].

Растущее количество данных, свидетельствующих о превосходной чувствительности непрерывного телемониторинга, а также о растущей важности обеспечения этого мониторинга недорогим и доступным способом, создали благоприятную среду для коммерчески доступных мобильных технологий здравоохранения.

Существующие устройства мобильного здравоохранения, способные отслеживать частоту сердечных сокращений и сердечный ритм, принимают различные формы, включая приложения для смартфонов, наручные умные часы, кольца, ожерелья, датчики, встроенные в одежду, и пластыри. Технологии мобильного здравоохранения для выявления аритмий можно разделить на две широкие категории: отслеживание на основе ЭКГ и методы, не основанные на ЭКГ.

Носимое устройство позволяет пассивно и часто измерять сердечный ритм с использованием PPG и, во многих случаях, подтверждения ЭКГ. Исследование WATCH-AF показало, что система мониторинга PPG на базе умных часов имела чувствительность и специфичность в отношении фибрилляции предсердий более 95 % среди госпитализированной популяции, что соответствовало предыдущим исследованиям [4].

Современные технологии телездравоохранения становятся все более распространенными, и теперь врачи сталкиваются с проблемой интерпретации полученных данных, а также их качеством.

Существующие платформы позволяют повысить точность и эффективность диагностики аритмии у пациентов не только группы высокого риска, позволяя пациенту вести нормальную жизнь, находясь под дистанционным наблюдением в режиме реального времени с помощью амбулаторного беспроводного датчика ЭКГ, но и у людей с устройством мобильного здравоохранения появляется возможность отслеживать свои показания на основе ЭКГ и предоставлять их лечащему врачу, в режиме реального времени.

Список литературы

1. О Стратегии развития здравоохранения в Российской Федерации на период до 2025 года : указ Президента РФ № 254 от 6 июня 2019 г. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72164534/> (дата обращения: 25.09.2023).
2. Mechanic O. J., Persaud Y., Kimball A. B. Telehealth Systems. 2022, Sep. 12 // StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023, Jan. PMID: 29083614 (дата обращения: 25.09.2023).
3. Кристоф Леклерк, Хеннинг Витт, Герхард Хиндрикс [и др.]. Носимые устройства, телемедицина и искусственный интеллект при аритмиях и сердечной недостаточности: материалы «круглого стола» Европейского общества кардиологов по сердечно-сосудистым заболеваниям (EP Europace). Сентябрь 2022. Т. 24, вып. 9. С. 1372–1383. URL: <https://doi.org/10.1093/europace/euac052> (дата обращения: 25.09.2023).
4. Vaman J. R., Mathew D. T., Jiang M., Passman R. S. Mobile Health for Arrhythmia Diagnosis and Management // J. Gen. Intern. Med. 2022. Vol. 37 (1). P. 188–197. doi: 10.1007/s11606-021-07007-w

УДК 004.45

ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ UNITY-ПРИЛОЖЕНИЙ С ПЕРЕНОСИМЫМИ УСТРОЙСТВАМИ ПО ПРОТОКОЛУ BLUETOOTH LOW ENERGY

Н. А. Горбунов¹, Ю. В. Мамелина², А. Ю. Тимонин³

^{1,2,3}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹nik.gorbunov.02022002@mail.ru

²yurovsky01@mail.ru

³timonin@pnzgu.ru

Аннотация. Рассматриваются методы внедрения возможностей протокола Bluetooth Low Energy в приложения Unity для устройств на базе Android с целью создания многопользовательских интерактивных окружений. В качестве используемого языка программирования выбран Java. Описаны требования к таким приложениям. Также рассмотрены основные характеристики передачи данных по протоколу Bluetooth Low Energy.

Ключевые слова: программирование плагинов под Android, портативные устройства, Bluetooth Low Energy, Java программирование, Unity

INTERACTION FEATURES OF UNITY APPLICATIONS WITH PORTABLE DEVICES VIA THE BLUETOOTH LOW ENERGY PROTOCOL

N. A. Gorbunov¹, Y. V. Mamelina², A. Y. Timonin³

^{1,2,3}Penza State University, Penza, Russia

¹nik.gorbunov.02022002@mail.ru

²yurovsky01@mail.ru

³timonin@pnzgu.ru

Abstract. This article discusses methods for introducing the capabilities of the Bluetooth Low Energy protocol into Unity applications for Android devices in order to create multi-user interactive environments. Java was chosen as the programming language used. The requirements for such applications are described. The main characteristics of data transmission via the Bluetooth Low Energy protocol are also discussed.

Keywords: Android plugins programming, portable devices, Bluetooth Low Energy, Java programming, Unity

Среда разработки Unity и ее инструментарий имеют ряд особенностей. Большинство функций для работы с операционной системой Android изначально встроено в метаданные движка, например, взаимодействие с файловой системой, звуком, камерой, Wi-Fi – с теми инструментами, которые чаще всего используются при разработке приложений. Но Bluetooth не входит в часто применяемый функционал, поэтому, для его интеграции следует использовать сторонние библиотеки или писать собственные для обращения к API операционной системы. Основным языком ОС Android является Java, официальная документация включает в себя примеры, написанные именно на этом языке, поэтому взаимодействие с API желательно осуществлять на нем или на языке Kotlin.

В настоящее время Bluetooth поддерживается двумя видами устройств:

– Bluetooth Classic – применяется в беспроводных наушниках, автомобильных сигнальных системах и там, где обязательно непрерывное соединение для передачи аудиоданных;

– Bluetooth Low Energy (сокр. BLE) – та же технология, но с низким энергопотреблением. Появилась с версии Bluetooth 4.0 и используется почти повсеместно в приложениях, датчиках, устройствах, которым важно сохранять заряд на протяжении долгого времени.

Поскольку в большинстве современных устройств используются большое количество датчиков и сенсоров, BLE стал наиболее часто используемым протоколом связи.

Основная задача состоит в написании Android приложения, которое должно уметь взаимодействовать с BLE устройствами.

Первое, что необходимо для реализации – интеграция Java кода в среду разработки Unity. Для встраивания сторонних языков, необходимо написать плагин и включить его в сборку основного проекта. Это требует использования встроенных классов AndroidJavaObject. В переменной такого типа будет храниться экземпляр класса библиотеки. Для правильной работы плагина, необходимо использовать

шаблон проектирования Singleton. С его помощью, экземпляр класса будет сохранять свое состояние на протяжении всего жизненного цикла основного приложения, что важно при работе с Bluetooth. Далее нужно взаимодействовать с контекстом (Context) активности для обращения к базовым функциям, которые как раз включают в себя объекты и методы BLE.

При написании Java плагина для основного приложения можно с самого начала столкнуться с неявными ошибками. Во-первых – предоставление разрешений для операционной системы. При взаимодействии с большинством методов из Android API требуются разрешения от пользователя. При использовании BLE обязательными являются следующие:

```
<uses-permission android:name="android.permission.BLUETOOTH_ADMIN" />
<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_COARSE_LOCATION" />
<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_FINE_LOCATION" />
<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_BACKGROUND_LOCATION" />
```

Разрешение ACCESS_COARSE_LOCATION (отслеживание местоположения) Google считает «опасным» и для него требуется обязательное согласие пользователя [1].

Если приложение запущено на телефоне с Android версии 8.0 и выше, то требуются дополнительные разрешения:

```
<uses-permission android:name="android.permission.BLUETOOTH_SCAN" />
<uses-permission android:name="android.permission.BLUETOOTH_ADVERTISE" />
<uses-permission android:name="android.permission.BLUETOOTH_CONNECT" />
```

Нужно учитывать, что на Android более низких версий данных разрешений не существует, и при запросе будет возвращено значение 2, что означает: «пользователь отклонил навсегда».

Разрешения запрашиваются асинхронно, и можно вызвать сразу несколько методов, но, например, у того же ACCESS_COARSE_LOCATION текст уведомления отличается, и если его запросить вместе со всеми, то оно автоматически отклонится операционной системой. Это нужно учитывать и разделить разрешения на группы, после чего вести опрос по очереди.

Android BLE API – это низкоуровневые операции, в реальных приложениях необходимо использовать несколько слоев абстракции, из-за чего следует реализовать самостоятельно:

- очередь на отправку и прием данных;
- отслеживание логов и обработчик ошибок;
- многопоточный доступ.

Все вышеперечисленное можно реализовать, как в плагине, так и из основного приложения.

Многопоточный доступ следует разобрать подробнее. Скорее всего, приложение, которое реализовано для взаимодействия с BLE устройствами, должно будет работать в фоновом режиме. Но проблема заключается в том, что Unity-приложение останавливает свою активность при блокировке или сворачивании. Для решения проблемы работы в фоновом режиме есть 2 возможных варианта, которые удобны для исполнения поставленной задачи:

1. Если скрипт работает не в основном потоке, то, при остановке активности, он продолжит исполняться какое-то время. До тех пор, пока операционная система не решит, что процесс занимает слишком много процессорного времени, после чего остановит его принудительно. Отталкиваясь от этой информации, можно

реализовать алгоритм взаимодействия и работы с Java плагином не из основного потока.

Данный вариант решения подойдет для тех приложений, которые должны продолжать работу с BLE на протяжении короткого времени, равному приблизительно одному часу. Но реализация многопоточности в Unity требует использования определенных «костылей».

2. Одно из лучших и верных решений, это создание сервиса, который будет работать в фоне, пока пользователь не выключит приложение принудительно. Такой вариант подходит для задач по обеспечению соединения и передаче данных по BLE на протяжении долгого времени, например, если задача состоит в отслеживании присутствия устройства. Написание собственного сервиса требует углубленных знаний Java и ОС Android. Также нужно учитывать то, что основное приложение будет находиться в паузе, поэтому вся логика должна быть прописана внутри плагина.

Также, при взаимодействии приложения с BLE устройствами [2] в фоновом режиме, нужно учесть, что:

- Запуск и остановка сканирования более 5 раз за 30 секунд временно отключает его в Android, начиная с 7 версии.

- Поиск устройств в Android, начиная с 7 версии доступен только 30 минут, после чего Android установит параметр `SCAN_MODE_OPPORTUNISTIC`.

- В фоновом режиме в Android, начиная с 8.1 версии, сканирование без фильтров блокируется. При отсутствии фильтров в `ScanFilters` система приостановит сканирование, когда экран выключен, и возобновит его при повторной активации экрана.

- Для работы приложения или сервиса необходимы разрешения `FOREGROUND_SERVICE` и `REQUEST_IGNORE_BATTERY_OPTIMIZATIONS`.

Отправка и прием данных по протоколу BLE реализованы в асинхронных методах. При их передаче нельзя, не дождавшись окончания, начинать отправлять следующую информацию, иначе операционная система прервет подключение. Исходя из всего вышесказанного, реализовывать очередь придется вручную. Возврат ответа на запись или чтение приходит в соответствующих `Gatt callback`, но на прием существует 2 прерывания: `OnReadCharacteristic` и `OnChangeCharacteristic`. В какое из них придет ответ, зависит от устройства, к которому приложение должно подключиться, поэтому при реализации универсального плагина, следует учесть этот факт. Для передачи данных на отправку из основного приложения Unity в библиотеку, нужно использовать базовые типы данных, такие как `int`, `string` и массивы `Byte`, так как обращение к библиотекам через `AndroidJavaObject` довольно ресурсоемкое.

Список литературы

1. Developer.android.com: Bluetooth permissions. URL: <https://developer.android.com/guide/topics/connectivity/bluetooth/permissions#availability> (дата обращения: 03.10.2023).

2. Habr.com: Android Bluetooth Low Energy (BLE) — готовим правильно, часть #1 (scanning) // URL: <https://habr.com/ru/articles/536392/> (дата обращения: 07.10.2023).

ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ КОМПЬЮТЕРНОГО КЛУБА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Е. М. Дурнова¹, Р. В. Серов², Г. В. Бобрышева³

^{1,2,3}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹lizadm777@mail.ru

²r.sierov@mail.ru

³g_bobr@mail.ru

Аннотация. Основными проблемами компьютерного клуба являются большие трудовые и временные затраты на обработку первичной и подготовку сопроводительной и отчетной документации и низкий уровень автоматизации процессов обработки учетных данных. Решение данных проблем возможно за счет полной автоматизации документооборота компьютерного клуба с учетом особенностей реализации бизнес-процессов и требований руководства.

Ключевые слова: компьютерный клуб, бизнес-процесс, документ, модель бизнес-процессов, объем данных, автоматизированная система

PROBLEMS OF ORGANIZING BUSINESS PROCESSES OF A COMPUTER CLUB AND WAYS TO SOLUTION THEM

E. M. Durnova¹, R. V. Serov², G. V. Bobrysheva³

^{1,2,3}Penza State University, Penza, Russia

¹lizadm777@mail.ru

²r.sierov@mail.ru

³g_bobr@mail.ru

Abstract. The main problems of the computer club are the large labor and time costs for processing primary and preparation of accompanying and reporting documentation and the low level of automation of accounting data processing processes. The solution of these problems is possible due to the full automation of the document flow of the computer club, taking into account the specifics of the implementation of business processes and management requirements.

Keywords: computer club, business process, document, business process model, data volume, automated system

Одной из проблем при ведении бизнеса по предоставлению услуг населению является организация эффективного учета результатов внутренней деятельности компании, что особенно актуально для развивающихся компаний.

Предпосылками возникновения данной проблемы в таких компаниях являются, как правило, расширение перечня предоставляемых услуг и клиентской базы, увеличение внутренних и внешних расходов и доходов. В результате существенно

усложняются процессы ведения сопроводительной документации и увеличивается документооборот компании в целом. Важным моментом при этом является соблюдение требований к надежности и достоверности отчетной документации и уровню информационной безопасности финансовых данных [1–2].

В частности, решение данной проблемы является актуальной задачей для общества с ограниченной ответственностью «DeleteReality» (компьютерный клуб ООО «DeleteReality», компания), специализирующегося на предоставлении в аренду игровых приставок и персональных компьютеров с выходом в интернет, доступом к компьютерным играм и другим программным продуктам.

Компьютерный клуб ООО «DeleteReality» оказывает следующие виды услуг:

- почасовая аренда компьютеров и игровых приставок;
- предоставление отдельных комнат для компании;
- предоставление площадок для турниров.

В организационную структуру ООО «DeleteReality» входят такие подразделения, как бухгалтерия, складское помещение, отдел технической поддержки, отдел по работе с клиентами, администрация, сотрудники которых выполняют разнообразные операции по учету и обработке данных по предоставляемым услугам, финансовым, материальным и трудовым ресурсам, а также занимаются подготовкой большого количества сопроводительных и отчетных документов по деятельности компании.

Модель бизнес-процессов экономической информационной системы (ЭИС) компьютерного клуба ООО «DeleteReality», построенная на основе результатов предпроектного обследования его деятельности, представлена на рис. 1.

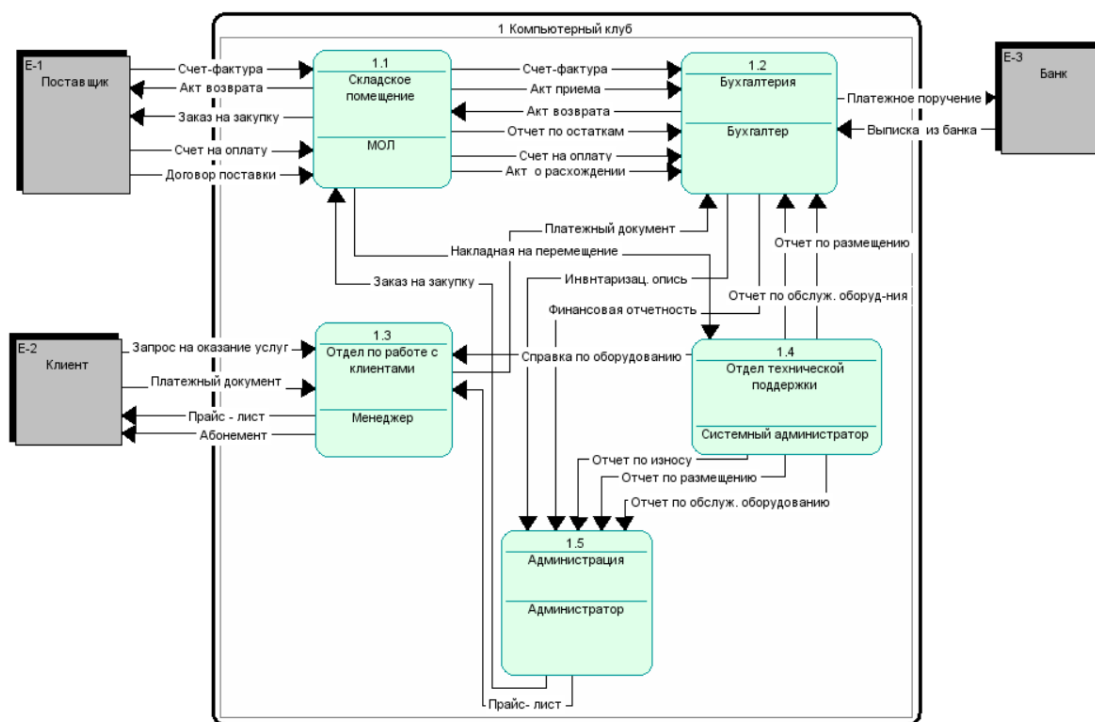


Рис. 1. Модель бизнес-процессов экономической информационной системы компьютерного клуба

Анализ информационных потоков ЭИС компьютерного клуба ООО «DeleteReality» показал, что сотрудники всех его подразделений в настоящее время

обрабатывают большие объемы входящих и исходящих документов, представленные в таблице 1.

Таблица 1

**Объем входящих и исходящих документов ЭИС компьютерного клуба
ООО «DeleteReality»**

Участники бизнес-процесса	Количество документов за месяц			Объем данных за месяц		
	Вход	Выход	Всего	Вход	Выход	Всего
Складское помещение	41	56	97	133 703	165 623	273 726
Бухгалтерия	103	63	166	172 680	71 407	138 587
Отдел по работе с клиентами	52	150	202	61 250	413 900	422 400
Отдел технической поддержки	4	6	10	15 400	7 080	22 480
Администрация	5	11	16	9 174	45 390	54 564
Банк	60	10	70	63 300	7 950	18 500
Клиент	100	50	150	361 150	52 750	413 900
Поставщик	11	30	41	40 573	93 130	108 103
Итого документов			752	Итого объем данных		1 714 460

Таким образом, количество документов, обрабатываемых в ЭИС компьютерного клуба ООО «DeleteReality» ежемесячно, в среднем составляет 752 экземпляра объемом 1 714 460 символа.

Диаграммы загруженности участников бизнес-процессов ЭИС компьютерного клуба представлены на рис. 2.

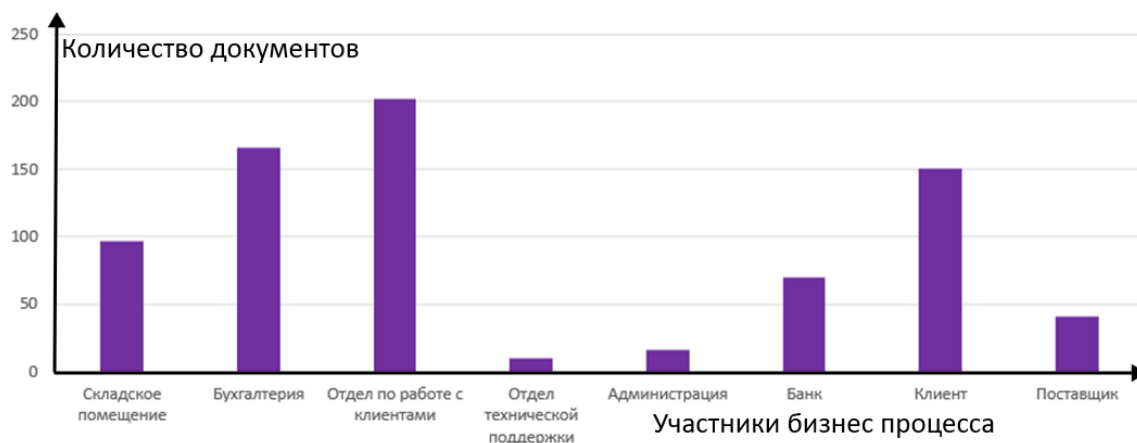


Рис. 2. Загруженность участников бизнес-процессов ЭИС компьютерного клуба

Таким образом, по результатам предпроектного обследования деятельности компьютерного клуба ООО «DeleteReality» можно сделать вывод, реализуемые бизнес-процессы имеют большие объемы внутренних и внешних потоков данных, следствием чего является потребность в больших трудовых и временных затратах на их обработку, что обусловлено, прежде всего, частичной автоматизацией процессов учета и обработки данных.

В частности, в настоящее время учет сведений по оборудованию и оказанным услугам в компьютерном клубе осуществляется с помощью рукописных жур-

налов, а взаимодействие между отделами происходит посредством печатных документов. Подготовка отчетных документов осуществляется с помощью программных продуктов Microsoft Office 2019.

Решение данных проблем возможно за счет применения современных информационных технологий и, прежде всего, за счет внедрения автоматизированной системы.

На сегодняшний день для автоматизации бизнес-процессов компьютерного клуба на рынке предлагается достаточно узкий круг программных продуктов, представленный в основном web-приложениями, наиболее популярными среди которых являются cyberline.club (сайт компьютерного клуба «Cyberline») и ezkatkanew.tilda.ws (сайт компьютерного клуба «Ez-katka»), а также предлагается несколько готовых автоматизированных систем управления: SmartShell, GeexClub, LanGame и другие менее популярные аналоги [3–5].

Результаты аналитического анализа предлагаемых автоматизированных системы управления для компьютерных клубов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Автоматизированные системы управления компьютерными клубами

Программный продукт	Достоинства	Недостатки
SmartShell	– современный продуманный интерфейс; – защита от нежелательных действий пользователей; – бесплатная пробная версия	– при сбое облачного сервиса требует перезагрузку всей системы; – отсутствие вебинаров
GeexClub	– возможность бронирования компьютера; – онлайн; – поддержка продуктах на вебинарах	– небольшая клиентская база
LanGame	– защита от нежелательных действий нарушителей; – подробная сопроводительная документация	– отсутствует управление игровыми местами; – невозможность учета технического состояния ПК

Основными недостатками предлагаемых программных решений для автоматизации бизнес-процессов компьютерных клубов являются:

- высокая стоимость лицензии и обновления программного обеспечения;
- ориентация на продвинутого пользователя;
- отсутствие компонента учета результатов технического осмотра, ремонта и списания вычислительной техники, гаджетов и периферийных устройств;
- отсутствие возможности удаленного бронирования игровых мест.

Для решения данных вопросов руководством компьютерного клуба ООО «DeleteReality» принято решение разработки и внедрения нового программного решения на платформе 1С:Предприятие 8.3, включая разработку мобильной версии приложения под управлением операционной системы Android 8 и выше.

Внедрение и использование комплексного программного решения в компьютерном клубе ООО «DeleteReality» позволит получить следующие неисчисляемые эффекты: вести единую базу клиентов, автоматизировать процессы проведения учетных и финансовых операций, автоматически вести учет посещаемости компьютерного клуба, износа вычислительной техники, формировать отчетную

документацию, осуществлять дистанционную запись клиентов на посещение компьютерного клуба с целью развлечения, выполнения определенных видов работ или проведения каких-либо мероприятий, оформление абонементов, просмотра загрузки игровых мест.

Важным преимуществом нового программного решения перед аналогами будет обеспечение надежной защиты персональных данных клиентов и финансовых операций с использованием средств аутентификации пользователей системы и разграничения прав доступа к данным и процедурам их обработки, основанных на применении криптографических методах защиты информации.

Список литературы

1. 6 ключевых проблем в бизнесе и способы их решения – kom-dir.ru. URL: <https://www.kom-dir.ru/article/problemy-v-biznese> (дата обращения: 09.10.2023).

2. Проблемы современного бизнеса: причины и способы оптимизации. Важность успешного ведения бизнеса – seeneco. URL: <https://www.seeneco.com/ru/blog/1684-problemy-sovremenного-biznesa/> (дата обращения: 09.10.2023).

3. Передовые технологии управления компьютерным клубом – SmartShell. URL: <https://smartshell.gg/> (дата обращения: 11.10.2023).

4. Умное ПО для компьютерных клубов – geexclub. URL: <https://geexclub.kz/> (дата обращения: 11.10.2023).

5. Программа для управления вашим компьютером – esportsca. URL: <https://esportsca.ru/langame> (дата обращения: 11.10.2023).

УДК 004.42

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ НЕИСКАЖАЮЩЕГО СЖАТИЯ: АЛГОРИТМ ХАФФМАНА, RLE, АРИФМЕТИЧЕСКОЕ КОДИРОВАНИЕ

А. А. Калугин¹, Л. В. Гурьянов²

^{1,2}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹kartem423@gmail.com

²leo8087@yandex.ru

Аннотация. Рассматриваются методы неискажающего сжатия информации на основе алгоритмов Хаффмана, RLE и арифметического кодирования. Для сравнения методов использовались полностью случайный файл и файл с большим количеством повторяющихся символов размерностью 100, 1000, 10 000, 100 000 значений. Результаты сравнения – процент сжатия – представлены в табличном виде и в виде диаграмм.

Ключевые слова: неискажающее сжатие, алгоритм Хаффмана, RLE, арифметическое кодирование

COMPARISON OF NON-DISTORTING COMPRESSION METHODS: HUFFMAN ALGORITHM, RLE, ARITHMETIC CODING

A. A. Kalugin¹, L. V. Guryanov²

^{1,2}Penza State University, Penza, Russia

¹kartem423@gmail.com

²leo8087@yandex.ru

Abstract. The article discusses methods of non-distorting compression of information based on Huffman algorithms, RLE and arithmetic coding. To compare the methods, a completely random file and a file with a large number of repeated characters with dimensions of 100, 1000, 10 000, 100 000 values were used. The results of the comparison – the percentage of compression – are presented in tabular form and in the form of diagrams.

Keywords: non-distorting compression, Huffman algorithm, RLE, arithmetic coding

При работе с файлами, особенно при передаче через сеть или хранении на устройствах с ограниченным пространством, сжатие данных становится крайне важным. Алгоритмы сжатия позволяют уменьшить объем файлов, не повреждая их содержимое. В данной статье рассматриваются три популярных алгоритма неискажающего сжатия файлов: Алгоритм Хаффмана, RLE и арифметическое кодирование. Кратко отметим их преимущества и недостатки.

Алгоритм Хаффмана. Алгоритм Хаффмана является одним из самых широко используемых алгоритмов сжатия данных. Он основан на построении оптимального префиксного кода, где наиболее часто встречающиеся символы кодируются меньшим количеством бит, а редким символам присваиваются длинные коды. Такое кодирование позволяет снизить общий объем данных[1].

RLE (Run-Length Encoding). RLE является простым алгоритмом сжатия, основанном на кодировании повторяющихся символов. Подходит для файлов, где есть множество последовательных повторений символов. RLE заменяет повторяющиеся символы их количеством и самим символом.

Арифметическое кодирование. Арифметическое кодирование использует вероятностную модель для замены символов их эффективным представлением. Этот метод дает более эффективное сжатие, так как он позволяет использовать дробное количество бит для каждого символа. Тем не менее метод арифметического кодирования отличается большой вычислительной сложностью кодирования и декодирования [1].

Для сравнения методов будем использовать файлы данных 2 видов: полностью случайный файл и файл с большим количеством повторяющихся символов (R). Для тестирования сгенерируем файлы указанных видов размерностью 100, 1000, 10000 и 100000 значений.

Программные средства тестирования: библиотеки Python HuffmanCoder, arithmetic_compressor и собственные реализации методов.

Для анализа эффективности сжатия вычислялся процент сжатия данных: ((изначальный объем – конечный объем) / изначальный объем * 100%).

Результаты сравнения представлены в таблице 1 и на диаграмме рис. 1.

Результаты тестирования

Файл \ Метод	Алгоритм Хаффмана	RLE (Run-Length Encoding)	Арифметическое кодирование
N = 100	43.00 %	0.00 %	44.00 %
N = 100, R	45.00 %	28.00 %	47.00 %
N = 1000	41.10 %	0.10 %	41.60 %
N = 1000, R	41.90 %	26.90 %	42.20 %
N = 10000	40.58 %	0.16 %	41.28 %
N = 10000, R	41.71 %	27.10 %	41.31 %
N = 100000	40.44 %	0.15 %	41.25 %
N = 100000, R	40.48 %	26.63 %	41.27 %

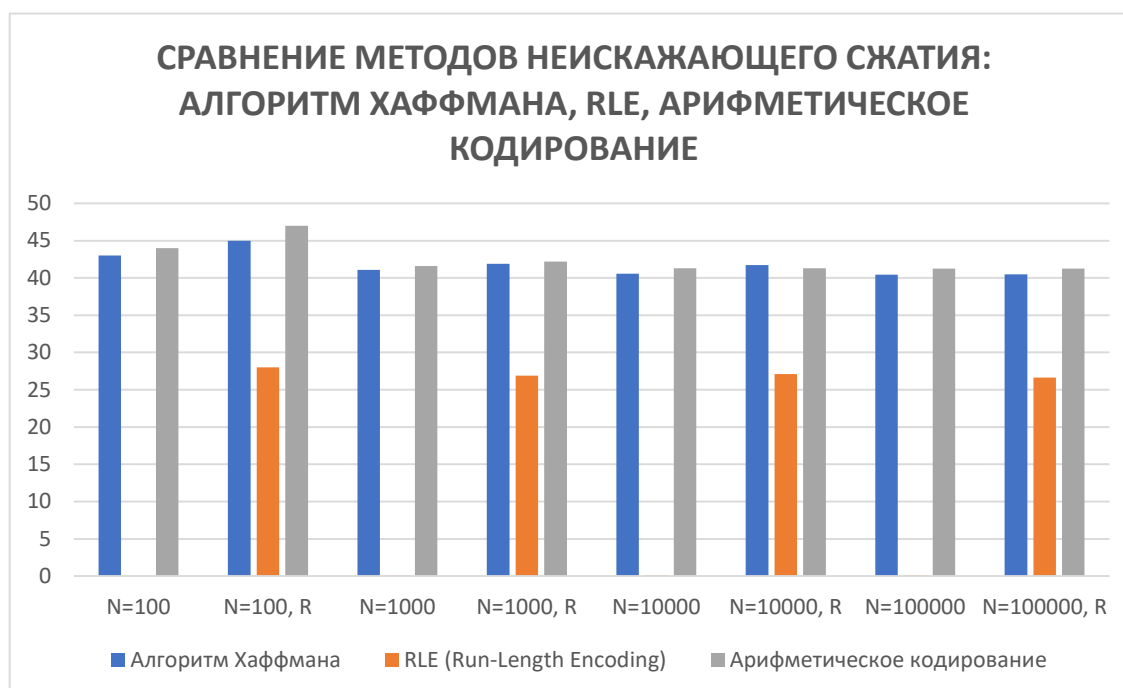


Рис. 1. Результаты тестирования

Как видно из таблицы и рисунка, все методы сжатия без потерь показывают в случае большого количества повторяющихся символов лучшие результаты.

Для случайных значений с небольшим количеством повторов эффективность рассматриваемых методов гораздо хуже. Особенно это видно на примере алгоритма RLE, который почти не сжимает случайный файл.

В целом, относительно друг друга хуже всего себя показывает алгоритм RLE, а два оставшихся алгоритма показывают примерно одинаковые результаты.

В заключении можно сказать, что при случайных наборах данных наибольшее сжатие дают алгоритм Хаффмана и арифметическое кодирование. Однако арифметическое кодирование требует высоких вычислительных мощностей и временных затрат, поэтому наиболее предпочтительным становится алгоритм Хаффмана.

Список литературы

1. Сэломон Д. Сжатие данных, изображений и звука. М. : Техносфера, 2004. 368 с.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММ НА GOLANG

М. Т. Нагаев¹, А. В. Кожевникова²

^{1,2}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹nagaevmt@yandex.ru

²alina.kozhevnikova28@mail.ru

Аннотация. Компиляторы – необходимая технология для превращения кода, написанного на языке программирования, в машинный код. Сложность их работы часто упускается из виду. Можно потратить большое количество часов на тщательный подбор алгоритмов и исправление ошибок, но, возможно, проблема кроется именно в компиляторах и их возможностях. Golang и компилятор для данного языка стремительно набирают популярность за счет своей новизны и быстрого действия сборки программ. Производится сравнение компилятора Golang с компилятором языка C++.

Ключевые слова: компиляторы, оптимизация программ, C++, Golang, производительность функций, время компиляции

ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF PROGRAM IMPLEMENTATION IN GOLANG

M. T. Nagayev¹, A. V. Kozhevnikova²

^{1,2}Penza State University, Penza, Russia

¹nagaevmt@yandex.ru

²alina.kozhevnikova28@mail.ru

Abstract. Compilers – are a necessary technology to turn high-level, easier-to-write code into efficient machine code for computers to execute. Their sophistication at doing this is often overlooked. You may spend a lot of time carefully considering algorithms and fighting error messages but perhaps not enough time looking at what compilers are capable of doing. Golang and the compiler for this language are rapidly gaining popularity due to their novelty and the speed of program assembly. This article compares the Golang compiler with the C++ compiler.

Keywords: compilers, program optimization, C++, Golang, functions performance, compile time

Введение

Производительность прикладных программ очень сильно зависит от того, насколько хорошо компилятор умеет оптимизировать код, написанный на языке высокого уровня. Еще в середине нулевых годов, ведущие компиляторы языков C и C++ внедрили возможность настройки для улучшений оптимизации кода, как правило за счет повышения времени компиляции.

Компилятор для языка Go, как и сам язык являются сравнительно молодыми проектами (первые версии были выпущены в 2009 году) и поэтому представляют особый интерес с точки зрения проверки их способности оптимизировать код. На текущий момент компилятор Go поддерживает множество оптимизаций, такие как удаление мертвого кода, свертку констант, оптимизации циклов и некоторые другие [1]. Это теоретически позволяет коду на Go конкурировать с версией на C++ по производительности, однако стоит учитывать и оптимизированность пользовательских библиотек.

Общие соображения

Так как приложения запускаются не на ОС реального времени, необходимо предусмотреть меры снижения неопределенности задержек [2]. Необходимо вычислять операции несколько раз, чтобы иметь возможность сравнить среднее время выполнения одной операции.

Организовать вычисления нескольких операций можно с помощью цикла, однако необходимо предварительно отключить оптимизацию компилятора, которая позволит вычислять значение только один раз (Листинг 1). В C++ для этих целей можно использовать модификатор `volatile` [3]. Все измерения производились на машине с процессором Intel i3-1115G4, ОС Linux 6.2.9. Код компилировался без применения опций компилятора, влияющих на производительность. Для анализа времени исполнения программы использовалась утилита `rprof` – популярный профилировщик использования ЦПУ программой.

Типичная программа, замеряющая производительность функции `func` выглядит следующим образом:

```
float result;
for (volatile int i=0; i<1000000; i++){
    result = func();
}
std::cout<<result;
```

Листинг 1 – Типовая программа на C++

Типовая программа на Go:

```
func BenchmarkSomething(t* testing.B){
var result float64
for i:=0;i<1000000; i++){
    result = func()
}
fmt.Println(result)
}
```

Листинг 2 – Типовая программа на Go

Линейная алгебра

Задачи линейной алгебры в прикладном ПО встречаются достаточно часто.

Для ускорения процесса разработки имеет смысл использовать готовые библиотеки, т.к. как они содержат определенный набор хорошо протестированных и оптимизированных подпрограмм. Наиболее популярная библиотека для решения задач линейной алгебры для Golang – `gonum`[4] с его подмодулем `mat`.

В качестве задачи используется одна из наиболее широко используемых операций – нахождение определителя матрицы. Программы запускаются 1 миллион раз чтобы исключить влияние посторонних факторов.

Код на Go (листинг 3).

```
package main

import (
    "fmt"

    "gonum.org/v1/gonum/mat"
)

func main() {
    m := mat.NewDense(2, 2, []float64{
        3.0, 10.0,
        1.0, 3.0,
    })

    var d float64

    for i:=0; i<1000000;i++){
        d = mat.Det(m)
    }
    fmt.Printf("det(m) = %#v\n", d)
}
```

Листинг 3 – Программа вычисления определителя простейшей матрицы
Golang

Результат работы профилировщика приведен в листинге 4.

File: linaltest.test

Type: cpu

Time: Oct 17, 2023 at 12:57am (MSK)

Duration: 1.20s, Total samples = 1.05s (87.26%)

Showing nodes accounting for 1.05s, 100% of 1.05s total

	flat	flat%	sum%	cum	cum%		
	0.17s	16.19%	16.19%			0.42s	40.00%
gonum.org/v1/gonum/lapack/gonum.Implementation.Dlatrs	0.08s	7.62%	23.81%	0.12s	11.43%	runtime.mallocgc	
	0.07s	6.67%	30.48%			0.08s	7.62%
gonum.org/v1/gonum/blas/gonum.Implementation.Dtrsv	0.06s	5.71%	36.19%			0.08s	7.62%
gonum.org/v1/gonum/lapack/gonum.Implementation.Dgetf2	0.06s	5.71%	41.90%	0.06s	5.71%	math.archMin	
	0.05s	4.76%	46.67%			0.06s	5.71%
gonum.org/v1/gonum/blas/gonum.Implementation.Idamax	0.05s	4.76%	51.43%			0.53s	50.48%
gonum.org/v1/gonum/lapack/gonum.Implementation.Dgecon	0.05s	4.76%	56.19%			0.06s	5.71%
gonum.org/v1/gonum/lapack/gonum.Implementation.Dlacn2	0.05s	4.76%	60.95%			0.06s	5.71%
gonum.org/v1/gonum/lapack/gonum.Implementation.Dlange	0.04s	3.81%	64.76%	0.04s	3.81%	math.archLog	
	0.03s	2.86%	67.62%			0.64s	60.95%
gonum.org/v1/gonum/mat.(*LU).updateCond							

```

0.03s 2.86% 70.48% 0.03s 2.86% math.archExp
0.03s 2.86% 73.33% 0.03s 2.86% math.archMax
0.02s 1.90% 75.24% 0.02s 1.90% runtime.(*itabTableType).find
0.02s 1.90% 77.14% 0.02s 1.90% runtime.procPin (inline)

```

Листинг 4 – Профилирование функции линейной алгебры

Аналогичная программа на языке C++ написана с помощью популярной библиотеки dlib:

```

#include <iostream>
#include <dlib/matrix.h>

using namespace dlib;
using namespace std;

int main(){
    matrix<double> M(2,2);
    M = 3.0, 10.0,
        1.0, 3.0;
    double d;
    for (volatile int i=0; i<1000000; i++){
        d = det(M);
    }
    cout<<d<<endl;

    return 0;
}

```

Листинг 5 – Вычисление определителя на C++

Результат профилирования представлен в листинге 6.

```

Total: 718 samples
48 6.7% 6.7% 173 24.1% dlib::matrix_assign_default
43 6.0% 12.7% 146 20.3% dlib::matrix_exp::nr
30 4.2% 16.9% 30 4.2% dlib::matrix_exp::ref
29 4.0% 20.9% 69 9.6% dlib::matrix::operator
29 4.0% 24.9% 51 7.1% dlib::matrix_exp::nc
28 3.9% 28.8% 140 19.5% dlib::find_min_and_max
26 3.6% 32.5% 71 9.9% dgetrf2_localalias
26 3.6% 36.1% 93 13.0% dlib::get_nr_helper::get
24 3.3% 39.4% 457 63.6%
dlib::lu_decomposition::lu_decomposition
22 3.1% 42.5% 22 3.1%
dlib::column_major_layout::layout::operator
22 3.1% 45.5% 64 8.9% dlib::matrix_op::operator
21 2.9% 48.5% 100 13.9% dlib::matrix_exp::operator
20 2.8% 51.3% 36 5.0% dlib::op_diag::nr
18 2.5% 53.8% 18 2.5% dlib::row_major_layout::layout::operator
16 2.2% 56.0% 62 8.6% dlib::prod
14 1.9% 57.9% 16 2.2% dgemm_
14 1.9% 59.9% 61 8.5% dlib::matrix_op::nr
13 1.8% 61.7% 13 1.8% dlib::row_major_layout::layout::nr
12 1.7% 63.4% 15 2.1% dtrsm_

```

11	1.5%	64.9%	11	1.5%	<code>__GI___libc_malloc</code>
10	1.4%	66.3%	21	2.9%	<code>dlib::matrix::nc</code>
10	1.4%	67.7%	119	16.6%	<code>dlib::matrix::operator=</code>
9	1.3%	68.9%	124	17.3%	<code>dlib::lapack::getrf</code>
9	1.3%	70.2%	21	2.9%	<code>dlib::matrix::nr</code>
9	1.3%	71.4%	27	3.8%	<code>dlib::op_diag::apply</code>
8	1.1%	72.6%	233	32.5%	<code>dlib::lu_decomposition::det</code>
8	1.1%	73.7%	149	20.8%	<code>dlib::matrix::matrix</code>
7	1.0%	74.7%	7	1.0%	<code>_int_free</code>

Листинг 6 – Профилирование функции линейной алгебры

Программа на C++ работает в среднем в 1.67 раза быстрее.

Проанализировав дерево функций понимаем что основное время в версии написанной на Go тратится на вызов функций `LU.factorise` модуля `mat`, затем вызывается функции из модуля `lapack64`, который в свою очередь является прослойкой между функциями на Go и библиотекой линейной алгебры `Lapack`, написанной на языке Фортран. Использование интерфейса FFI (Foreign Function Interface, интерфейс вызова внешних функций) на Golang сопряжено с потерями во времени [5], связанных с тем, что Go обладает сборщиком мусора, а также использованием механизма подпрограмм – горутин.

Криптография

Одним из самых популярных криптографических алгоритмов является AES. Эталонные реализации обеспечивают хорошую производительность благодаря аппаратной поддержки в большем количестве процессоров [6].

Язык Go содержит реализацию этого алгоритма в своей стандартной библиотеке, в модуле `crypto`. Алгоритм представлен в листинге 7. Для реализации алгоритма на C++ использовалась библиотека `OpenSSL` (листинг 8).

```
package main

import (
    "crypto/aes"
    "crypto/cipher"
    "crypto/rand"
    "io"
    "os"
)

func main() {
    cipherKey := []byte("asuperstrong32bitpasswordgohere!")
    message := "abc"
    for i:=0; i<1000000; i++){
        encrypted := encrypt(cipherKey, message)
        _ = decrypt(cipherKey, encrypted)
    }
}

func encrypt(key []byte, message string) ([]byte) {
    plainText := []byte(message)
    block, _ := aes.NewCipher(key)
    cipherText := make([]byte, aes.BlockSize+len(plainText))
    iv := cipherText[:aes.BlockSize]
```

```

    if _, err := io.ReadFull(rand.Reader, iv); err != nil {
        os.Exit(1)
    }
    stream := cipher.NewCFBEncrypter(block, iv)
    stream.XORKeyStream(cipherText[aes.BlockSize:], plainText)
    return cipherText
}

func decrypt(key []byte, cipherText []byte) (decoded []byte) {
    block, _ := aes.NewCipher(key)
    iv := cipherText[:aes.BlockSize]
    cipherText = cipherText[aes.BlockSize:]
    stream := cipher.NewCFBDecrypter(block, iv)
    stream.XORKeyStream(cipherText, cipherText)
    return cipherText
}

```

Листинг 7 – Реализация алгоритма AES на Golang

```

#include <string.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <openssl/evp.h>
#include <openssl/aes.h>

int aes_init(unsigned char *key_data, int key_data_len, unsigned char *salt,
EVP_CIPHER_CTX *e_ctx, EVP_CIPHER_CTX *d_ctx){
    int i, nrounds = 5;
    unsigned char key[32], iv[32];
    i = EVP_BytesToKey(EVP_aes_256_cbc(), EVP_sha1(), salt, key_data,
key_data_len, nrounds, key, iv);
    if (i != 32) {
        printf("Key size is %d bits - should be 256 bits\n", i);
        return -1;
    }
    EVP_CIPHER_CTX_init(e_ctx);
    EVP_EncryptInit_ex(e_ctx, EVP_aes_256_cbc(), NULL, key, iv);
    EVP_CIPHER_CTX_init(d_ctx);
    EVP_DecryptInit_ex(d_ctx, EVP_aes_256_cbc(), NULL, key, iv);
    return 0;
}

unsigned char *aes_encrypt(EVP_CIPHER_CTX *e, unsigned char *plaintext,
int *len){
    int c_len = *len + AES_BLOCK_SIZE, f_len = 0;
    unsigned char *ciphertext = malloc(c_len);
    EVP_EncryptInit_ex(e, NULL, NULL, NULL, NULL);
    EVP_EncryptUpdate(e, ciphertext, &c_len, plaintext, *len);
    EVP_EncryptFinal_ex(e, ciphertext+c_len, &f_len);
    *len = c_len + f_len;
    return ciphertext;
}

```

```

    unsigned char *aes_decrypt(EVP_CIPHER_CTX *e, unsigned char *ciphertext,
int *len){
    int p_len = *len, f_len = 0;
    unsigned char *plaintext = malloc(p_len);
    EVP_DecryptInit_ex(e, NULL, NULL, NULL, NULL);
    EVP_DecryptUpdate(e, plaintext, &p_len, ciphertext, *len);
    EVP_DecryptFinal_ex(e, plaintext+p_len, &f_len);
    *len = p_len + f_len;
    return plaintext;
}

int main(int argc, char **argv){
    EVP_CIPHER_CTX* en = EVP_CIPHER_CTX_new();
    EVP_CIPHER_CTX* de = EVP_CIPHER_CTX_new();
    unsigned int salt[] = {12345, 54321};
    unsigned char *key_data;
    int key_data_len;
    char *input = "abc";
    char* key = "asuperstrong32bitpasswordgohere!";
    key_data = (unsigned char *)key;
    key_data_len = strlen(key);
    if (aes_init(key_data, key_data_len, (unsigned char *)&salt, en, de)) {
        printf("Couldn't initialize AES cipher\n");
        return -1;
    }
    for (volatile int i = 0; i < 1000000; i++) {
        char *plaintext;
        unsigned char *ciphertext;
        int len;
        len = strlen(input)+1;
        ciphertext = aes_encrypt(en, (unsigned char *)input, &len);
        plaintext = (char *)aes_decrypt(de, ciphertext, &len);
        free(ciphertext);
        free(plaintext);
    }
    EVP_CIPHER_CTX_free(en);
    EVP_CIPHER_CTX_free(de);
    return 0;
}

```

Листинг 8 – Реализация алгоритма AES на C++

File: aes.test

Type: cpu

Time: Oct 17, 2023 at 12:47am (MSK)

Duration: 1.20s, Total samples = 1.21s (100.62%)

Showing nodes accounting for 1.21s, 100% of 1.21s total

flat	flat%	sum%	cum	cum%	
0.23s	19.01%	19.01%	0.23s	19.01%	runtime/internal/syscall.Syscall6
0.15s	12.40%	31.40%	0.37s	30.58%	runtime.mallocgc
0.11s	9.09%	40.50%	0.16s	13.22%	crypto/aes.expandKeyAsm
0.07s	5.79%	46.28%	0.45s	37.19%	crypto/aes.newCipher

0.07s	5.79%	52.07%	0.07s	5.79%	<i>runtime.nextFreeFast (inline)</i>
0.05s	4.13%	56.20%	0.05s	4.13%	<i>runtime.memclrNoHeapPointers</i>
0.04s	3.31%	59.50%	0.04s	3.31%	<i>_expand_key_256b</i>
0.03s	2.48%	61.98%	0.06s	4.96%	<i>runtime.deductAssistCredit</i>
0.03s	2.48%	64.46%	0.03s	2.48%	<i>runtime.futex</i>
0.03s	2.48%	66.94%	0.03s	2.48%	<i>runtime.memmove</i>
0.02s	1.65%	68.60%	0.02s	1.65%	<i>crypto/aes.encryptBlockAsm</i>
0.02s	1.65%	70.25%	0.06s	4.96%	<i>crypto/cipher.(*cfb).XORKeyStream</i>
0.02s	1.65%	71.90%	0.30s	24.79%	<i>io.ReadAtLeast</i>
0.02s	1.65%	73.55%	0.23s	19.01%	<i>runtime.makeslice</i>
0.02s	1.65%	75.21%	0.02s	1.65%	<i>runtime.procyield</i>

Листинг 9 – Профилирование криптографической функции на Go

```

otal: 129 samples
    45 34.9% 34.9%    50 38.8% X509_alias_set1@@OPENSSL_3.0.0
    18 14.0% 48.8%    18 14.0% EVP_CIPHER_free@@OPENSSL_3.0.0
    11  8.5% 57.4%    12  9.3%  __GI___libc_malloc
    10  7.8% 65.1%    10                               7.8%
EVP_CIPHER_up_ref@@OPENSSL_3.0.0
    10  7.8% 72.9%    10  7.8% _int_free
    6  4.7% 77.5%    35                               27.1%
EVP_CIPHER_CTX_get_iv_length@@OPENSSL_3.0.0
    6  4.7% 82.2%    129 100.0% main
    4  3.1% 85.3%    4  3.1% _init
    3  2.3% 87.6%    6  4.7% EVP_EncryptUpdate@@OPENSSL_3.0.0
    3  2.3% 89.9%    35 27.1% aes_decrypt
    2  1.6% 91.5%    41 31.8% EVP_CipherInit_ex@@OPENSSL_3.0.0
    2  1.6% 93.0%    2  1.6% __strlen_evex
    1  0.8% 93.8%    1                               0.8%
EVP_CIPHER_CTX_get_block_size@@OPENSSL_3.0.0
    1  0.8% 94.6%    24                               18.6%
EVP_EncryptFinal_ex@@OPENSSL_3.0.0
    1  0.8% 95.3%    1  0.8% OPENSSL_3.0.0
    1  0.8% 96.1%    1  0.8% OPENSSL_LH_error@@OPENSSL_3.0.0
    1  0.8% 96.9%    11  8.5% __free
    1  0.8% 97.7%    1  0.8% __memchr_evex
    1  0.8% 98.4%    1  0.8% __memset_evex_unaligned_erms
    1  0.8% 99.2%    1  0.8% _int_malloc
    1  0.8% 100.0%   71 55.0% aes_encrypt

```

Листинг 10 – Профилирование криптографической функции на C++

GoLang тратит большую часть процессорного времени на аллокацию памяти (метод `runtime.mallocgc`) и на вызов системных вызовов (`syscall.Syscall6`). Аллокация памяти в языке со сборщиком мусора сопряжена с дополнительными расходами как на сам процесс аллокации, так и на освобождение памяти. Версия на C++ оказалась в 10 раз быстрее версии на Go, так как библиотека OpenSSL реализует функции AES с использованием специализированных инструкций процессора (при наличии аппаратной поддержки), GoLang эти инструкции не поддерживает [7].

Заключение

Разработчики языка Go потратили достаточно много времени на оптимизацию и доводку компилятора и стандартной библиотеки, добавив в компилятор

многочисленные оптимизации и поддержку инструкций AVX 512 [8]. Однако для приложений, требовательных к производительности язык пока не готов. Только с предоставлением возможностей ручного управления памятью, набором качественных библиотек и поддержкой большого количества инструкций позволят ему конкурировать с C++.

Список литературы

1. The Go Programming Language Specification. URL: <https://go.dev/ref/spec>
2. Ослэндер Д. М., Риджли Дж. Р., Рингенберг Дж. Д. Управляющие программы для механических систем: Объектно-ориентированное проектирование систем реального времени. М. : Бинوم. Лаборатория знаний, 2004. 416 с.
3. Керниган Б., Ритчи Д. Язык программирования C : монография. М. : Вильямс, 2019. 288 с.
4. Science and data analysis. URL: <https://github.com/avelino/awesome-go#science-and-data-analysis>
5. Dave Cheney. Cgo is not Go. 2016. URL: <https://dave.cheney.net/2016/01/18/cgo-is-not-go> (дата обращения: 18.01.2023).
6. Shay Gueron. Intel Advanced Encryption Standard (AES) New Instructions Set // Intel Architecture Group, Israel Development Center Intel Corporation. 2012. P. 20–27. URL: isical.ac.in>
7. Golang. URL: <https://github.com/golang/go/wiki/CompilerOptimizations>
8. Golang. URL: <https://github.com/golang/go/wiki/AVX512>

УДК 004.92

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОЕКТИВНОЙ ГЕОМЕТРИИ В BLENDER ДЛЯ СОЗДАНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ СЦЕН

А. А. Ганиева¹, С. В. Козлов²

^{1,2}Смоленский государственный университет, Смоленск, Россия

¹lina.enotik@yandex.ru

²svkozlov1981@yandex.ru

Аннотация. Рассматривается использование проективной геометрии в программе Blender для создания трехмерных сцен. Исследуется настройка камеры для визуализации перспективы. Обсуждается создание реалистичной тени с помощью моделирования освещения. Предлагаются практические примеры по использованию Blender с помощью проективной геометрии.

Ключевые слова: проективная геометрия, Blender, перспектива, трехмерное моделирование

USING PROJECTIVE GEOMETRY IN BLENDER TO CREATE 3D SCENES

A. A. Ganieva¹, S. V. Kozlov²

^{1,2}Smolensk State University, Smolensk, Russia

¹lina.enotik@yandex.ru

²svkozlov1981@yandex.ru

Abstract. The article discusses the use of projective geometry in the Blender program to create three-dimensional scenes. Examines the camera setting to render perspective. Discusses creating realistic shadows using lighting simulation. Provides practical examples of using Blender using projective geometry.

Keywords: projective geometry, Blender, perspective, three-dimensional modeling

Проективная геометрия широко применяется в различных областях жизни человека и научной деятельности, а также в области IT-технологий, в частности, компьютерной графике [1]. В архитектуре и дизайне проективная геометрия применяется для создания перспективных чертежей, планов зданий и дизайна интерьеров. Она позволяет представить трехмерные объекты в двумерном пространстве, учитывая их перспективные искажения, чтобы достичь реалистичности визуализации. Проективная геометрия используется в фотографии и кино для создания эффекта перспективы и контроля за кадрированием [2]. Она помогает определить положение камеры, выбор объектива, настройку фокусного расстояния и создание эффектов перспективного искажения для достижения нужного визуального эффекта. Проективная геометрия применяется в геодезии и картографии для создания карт, планов и изображений земной поверхности [3]. Она позволяет представить трехмерные данные об изучаемой местности на плоскости карты, учитывая перспективу и преобразования координат. В компьютерной графике проективная геометрия играет ключевую роль в создании трехмерных сцен, визуализации и анимации [4, 5]. Она используется для моделирования перспективы, теней, отражений, преломлений и других визуальных эффектов, которые есть в действительной жизни. Средства реализации проективной геометрии при создании и обработке графических изображений содержат многие компьютерные приложения, такие как Blender, Unity, OpenGL, DirectX и другие. Они включают разнообразные инструменты, встроенные в их универсальные библиотеки, которые служат для трехмерного моделирования и рендеринга.

Компьютерным приложением для применения проективной геометрии служит программа Blender, которая является одним из оптимальных инструментов для создания трехмерных сцен, их рендеринга и анимации [6, 7]. В ее программной среде с помощью проективной геометрии можно моделировать такие визуальные эффекты как: перспектива, тени, освещение и некоторые другие. Использование этих эффектов позволяет объектам и в целом трехмерной сцене становиться более реалистичной и приятной для ее восприятия зрителем естественным образом.

Одним из важных аспектов в таких программах, как приложение Blender, является настройка камеры с помощью перспективы. В них перспектива необходима для создания глубины и трехмерности в двумерных объектах. Чем ближе объект будет расположен к камере, тем он будет восприниматься больше. При его же удалении к горизонту будет создаваться эффект сужения, что для объектива камеры и человеческого глаза воспринимается как геометрическая перспектива.

В компьютерной графике при визуализации объектов на изображениях эффект перспективы достигается с помощью математических преобразований. Для этого необходимо учитывать положение камеры, угол обзора и отдельные другие характеристики. Программа компьютерной обработки изображений Blender позволяет настроить указанные параметры камеры для достижения желаемого результата [8]. В данном примере (рис. 1) создан стандартный четырехугольник, затем он скопирован три раза, а его копии расположены в случайном порядке с увеличением расстояния от камеры.

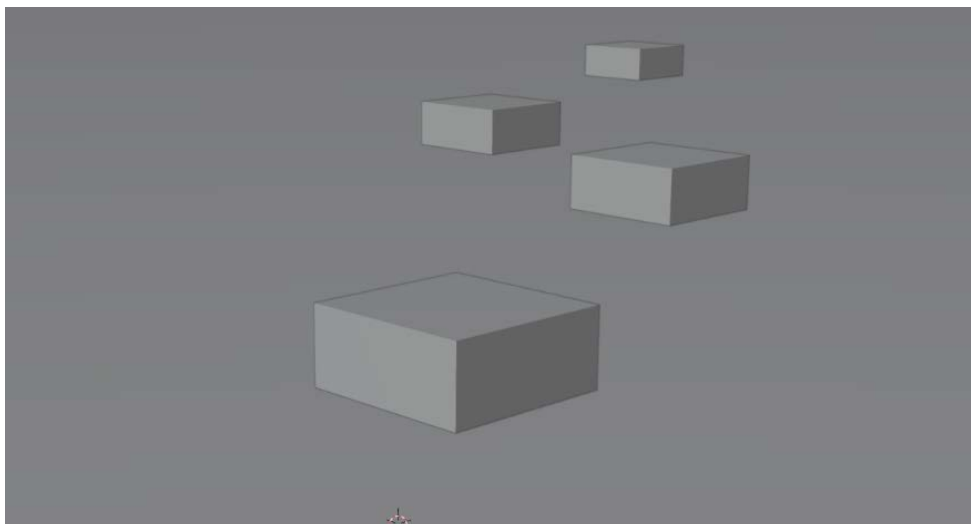


Рис. 1. Создание перспективы в приложении Blender

При настройке камеры для визуализации перспективы в приложении Blender необходимо учитывать ряд законов проективной геометрии. Охарактеризуем наиболее важные из них.

1. **Позиционирование камеры.** Для учета данного параметра камеру следует расположить в сцене таким образом, чтобы она была в заданном оптимальном положении для визуализации сцены. В связи с этим точку обзора выбирают так, чтобы она наиболее эффективно отображала объекты трехмерной сцены разрабатываемого графического проекта.

2. **Угол обзора (FOV).** Для учета данного параметра необходимо выбрать значение угла обзора камеры. Этот параметр определяет, насколько широко через объектив камеры человек видит сцену. Большой угол обзора будет создавать более широкое поле зрения для человека. При этом перспективное искажение будет более сильным. В тоже время меньший угол обзора будет определять более узкое поле зрения и менее выраженную перспективу.

3. **Фокусное расстояние.** Для учета данной характеристики необходимо учитывать фокусное расстояние камеры. Оно будет влиять на восприятие глубины и перспективы в трехмерной сцене. Так более длинное фокусное расстояние будет создавать меньшую глубину поля, тогда как более короткое – более широкую глубину поля и более выраженную перспективу.

4. **Расположение объектов.** Для учета данной характеристики необходимо учитывать расположение объектов в сцене относительно друг друга. В связи с этим при настройке камеры с учетом перспективы важно учитывать, что удаленность объектов от нее будет влиять на их визуальное восприятие. Более далекие объекты при построении графического изображения должны казаться меньше и быть более сжатыми. Именно это и отражает геометрическую перспективу.

5. Режим проекции. Для изменения данного параметра в приложении Blender необходимо выбрать соответствующий режим проекции. Компьютерная программа Blender предлагает для этого различные режимы проекции. Например, такие как перспективная проекция и ортогональная проекция. При этом перспективная проекция используется для создания эффекта геометрической перспективы, а ортогональная проекция создает равномерное сжатие объектов без перспективного искажения.

При проектировании, а в последующем при создании трехмерной сцены в графическом приложении Blender, еще одним важным параметром выступает освещение объектов. В зависимости от степени освещения и расположения источников естественного или искусственного света изменяется восприятие объема, формы и текстур объектов на изображении. Если источники освещения правильно расположить (рис. 2), то можно подчеркнуть наиболее важные детали и создать правильную глубину на воссоздаваемом компьютерном изображении.

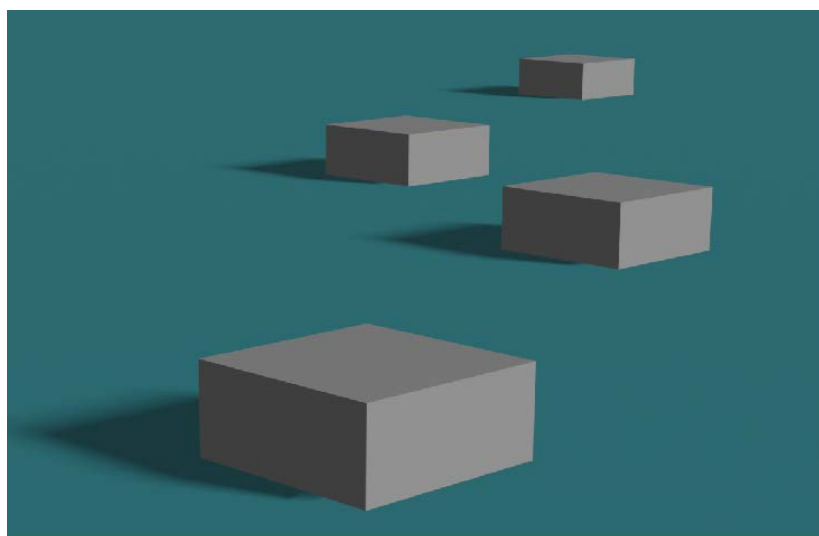


Рис. 2. Правильное расположение источников света в приложении Blender рядом с камерой

При настройке параметров освещения в приложении Blender с учетом законов проективной геометрии необходимо рассматривать целый ряд характеристик. К наиболее важным среди них можно отнести такие, как положение источников света и свойства обрабатываемых поверхностей, а также особенности взаимодействия пучка света с объектами в трехмерной сцене на графическом изображении. Опишем основные из этих характеристик.

1. Расположение источников света. Для этого сначала необходимо определить положение источников света в сцене так, чтобы место каждого из них соответствовало ракурсу взгляда человека. Затем для создания желаемых эффектов освещения и определения теней объектов следует задать положение источников света относительно собственно объектов и камеры. При этом следует помнить о том, что размещение источников света на разных высотах и под разными углами зрения может обуславливать различные эффекты при восприятии объектов трехмерной сцены глазом человека.

2. Интенсивность потока света и цвет. Для определения данных характеристик для объектов трехмерной сцены необходимо задать их числовые значения. Они, как правило, зависят от дополнительных параметров отображения сцены, например, времени суток и соответствуют задаче воспроизведения того или иного

эффекта (рис. 3). В зависимости от этого параметры источников света могут изменяться по выбранной в приложении Blender шкале. Они могут соответствовать, как яркому дневному свету, так и тусклому вечернему освещению, могут отражать теплый или холодный световой поток. Для этого в программе предусмотрены различные цветовые фильтры, которые можно применять для воссоздания воспроизведения одной и той же сцены, например, в разное время суток.



Рис. 3. Отображение объектов в приложении Blender при низкой освещенности

3. Тени объектов. Для воспроизведения таких характеристик объектов как тени необходимо учитывать и угол обзора объектива камеры, и естественное освещение сцены при создании трехмерного изображения. Реалистичных эффектов на компьютерном изображении как раз и помогает реализовать инструментарий программы Blender. В этом приложении с помощью указания положения предметов и задания формы их теней можно правильно определить свойства объектов проективной геометрии. Для этого в среде программы Blender можно в зависимости от реализации требуемого эффекта можно указывать разные типы источников света. Например, лампа, фонарь, огонь костра, солнечный дневной или вечерний свет.

3. Материалы предметов и степень отражения в них. При формировании композиции из объектов на трехмерной сцене необходимо учитывать отражающие свойства поверхностей предметов. В связи с различными материалами, из которых состоят предметы, преломление и поглощение света на их поверхности происходит по-разному. В программном приложении Blender для этого существуют специальные инструменты, которые собраны в библиотеке для работы с текстурой объектов. Они позволяют настроить параметры материалов предметов в соответствии с выбранной системой освещения.

4. Освещение предметов трехмерной сцены по зонам. При проектировании компонентов трехмерной сцены необходимо учитывать, что в различных частях графического изображения могут быть разные источники освещения. При этом будет происходить естественное наложение световых потоков, что будет отражаться на степени видимости предметов в трехмерной сцене. В приложении Blender для этого предназначена специальная функциональная библиотека, с помощью ин-

струментов которой можно изменять степень освещения по зонам. В программной среде можно задавать световые уровни в зависимости от параметров расстояния объектов до источника света. Также можно учитывать и размеры предметов, и силу источника света. Например, степень освещенности будет разная для предметов, находящихся в солнечном свете в пределах проема окна и непосредственно за стеной некоторого здания. Кроме того, видимость предметов в трехмерной сцене будет отличаться при освещении от солнца и от пламени свечи по различным зонам формируемого графического изображения.

5. Графическая система библиотек приложения Blender позволяет гибко манипулировать этими параметрами освещения трехмерной сцены. Если учитывать все рассмотренные характеристики, используя программный функционал среды Blender, то объекты на двумерной поверхности позволяют создать восприятие трехмерной картины реальной действительности в соответствии с законами проективной геометрии.

Также отметим, что функциональные компоненты программной среды Blender настроены таким образом, что, будучи интуитивно понятными пользователю, позволяют задавать параметрические свойства предметов трехмерной сцены, которые определены реальными изображениями и восприятием их человеческим глазом. Законы перспективы проективной геометрии заложены в них разработчиком программного продукта. Пользователь может, основываясь на интуитивном восприятии действительности, проектировать реальные трехмерные сцены в программной среде Blender.

Элементы проективной геометрии в настоящее время широко применяются в повседневной практике компьютерной графики [9], позволяя решать задачи обработки и создания изображений с применением распознавания форм предметов и расположения объектов в трехмерном пространстве [10]. Компьютерная программа Blender позволяет демонстрировать пользователю, как влияет изменение различных параметров естественной трехмерной действительности на визуальное восприятие трехмерных сцен, создавая в ней необходимую глубину и правильную ее архитектуру.

Список литературы

1. Елисеев Е. М. Проективная геометрия : учеб.пособие. Арзамас : АГПИ, 2006. 211 с.
2. Атанасян С. Л. Проективная геометрия : учеб. пособие. М. : Московский городской педагогический университет, 2010. 224 с.
3. Бернхардт А. Проективная геометрия : курс, основ. на геометрических построениях и наблюдениях. М. : Парсифаль, 2003. 183 с.
4. Проценко С. И., Васенина Е. С. Обучение учащихся моделированию объектов в программе BLENDER // Актуальные проблемы обучения математике и информатике в школе и вузе : материалы V Междунар. заоч. науч. конф. (Москва, 18–22 декабря 2019 г.) / под общ. ред. Л. И. Боженковой, М. В. Егуповой. М. : Московский государственный педагогический университет, 2020. С. 163–169.
5. Козлов С. В., Меженцев И. О. Взаимодействие языка программирования C# с межплатформенной средой разработки Unity // Системы компьютерной математики и их приложения. 2019. № 20-1. С. 193–199.
6. Прахов А. А. Blender: 3D-моделирование и анимация. Руководство для начинающих. СПб.: БХВ-Петербург, 2009. 272 с.
7. Киселева О. М., Карамышева А. А. Применение программной среды Blender для визуализации произведений на уроках литературы // Развитие научно-

технического творчества детей и молодежи : сб. материалов VI Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Киров, 2022. С. 19–23.

8. Шишкин В. В., Гераськина С. Т., Шишкина О. Ю. Трехмерное моделирование в среде Blender : учеб. пособие. Ульяновск : УлГТУ, 2010. 185 с.

9. Козлов С. В. Концептуальные возможности использования цифровых технологий в сфере образования // Цифровой регион: опыт, компетенции, проекты : сб. ст. III Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию Брянского государственного инженерно-технологического университета. Брянск, 2020. С. 396–402.

10. Борисенкова А. В., Козлов С. В. Использование метода каскадов Хаара при распознавании образов на изображениях // Развитие научно-технического творчества детей и молодежи : сб. материалов III Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Киров, 2019. С. 28–33.

УДК 004.94

СОЗДАНИЕ ВОСЬМИБИТНОГО СУММАТОРА В ВИДЕОИГРЕ «MINECRAFT»

Н. Р. Гращенко¹, С. В. Козлов²

^{1,2}Смоленский государственный университет, Смоленск, Россия

¹fuzzylevels@gmail.com

²svkozlov1981@yandex.ru

Аннотация. Рассматривается создание восьмибитного сумматора в видеоигре «Minecraft» версии 1.18.2. Охарактеризованы физические принципы его работы. Описаны механизмы, на основе которых создан восьмибитный сумматор. Показан реализованный этими средствами сумматор, проведены тесты его работы. Представлены результаты экспериментального исследования.

Ключевые слова: сумматор, видеоигра, Minecraft, процессор, регистр, бит

CREATING AN EIGHT-BIT ADDER IN THE VIDEO GAME "MINECRAFT"

N. R. Grashchenkov¹, S. V. Kozlov²

^{1,2}Smolensk State University, Smolensk, Russia

¹fuzzylevels@gmail.com

²svkozlov1981@yandex.ru

Abstract. The article discusses the creation of an eight-bit adder in the video game "Minecraft" version 1.18.2. The physical principle of its work is characterized. Mechanisms are described, on the basis of which an eight-bit adder is created. The adder implemented by these means is shown, tests of its operation are carried out. The results of the experimental study are presented.

Keywords: adder, videogame, Minecraft, processor, register, bit

В наше время игры дошли до таких масштабов и имеют такие внутриигровые средства, которые были немислимы еще двадцать лет назад [1]. Таких игр становится все больше и больше, собственно, есть энтузиасты, которые реализовывают некоторые решения из жизни прямо внутри этих видеоигр.

Одной из них является игра «Minecraft» [2]. В игре доступен, так называемый, открытый мир и режим творчества, неограниченный в количестве материалов и дающий возможность создания построек. В статье рассмотрено создание восьмибитного сумматора [3] средствами игры. В ней была реализована идея двоичной логики [4] из физической машины [5] внутри игры.

Важность данного эксперимента состоит в том, что можно показать, как видеоигра может использоваться не столько в качестве развлечения, но и в качестве обучения, а так как игра популярна среди школьников, то усвоение знаний должно пройти еще более успешно [6].

Целью данной статьи является возможность создания сложных логических структур.

Разберем, как работает двоичное суммирование [7, 8] на практике (рис. 1).

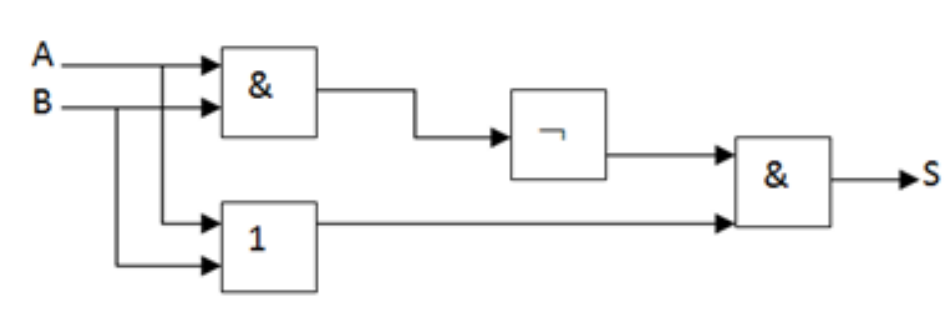


Рис. 1. Двоичное суммирование

При помощи логической операции XOR и AND мы можем реализовать арифметические операции. Применяя XOR к каждой паре бит двоичных чисел и AND для получения значения бита переноса в следующую ячейку.

Используя механику красного камня в игре, а именно «Редстоун», можно реализовывать механизмы прямо в среде приложения, то есть изменяя состояние объекта, можно передавать это состояние на большое расстояние.

В игре были сначала реализованы логические операции AND (рис. 2) и XOR (рис. 3).



Рис. 2. Логическая операции AND



Рис. 3. Логическая операции XOR

На вход операции AND подается два сигнала, в случае, когда они имеют значения TRUE, гасится основной факел, питающий лампу, то есть значение TRUE. В остальных случаях два факела, которые гасят факел, питающий лампу, не выключаются, и лампа не светится, собственно, выдается значение FALSE.

В случае с XOR, все обстоит немного сложнее. Для программной реализации этой логической операции необходимо использовать полупроводниковые полублоки, которые проводят сигнал только вверх. Тогда от двух питающих факелов, идет сигнал на полублоки, с которых сигнал передается на факел сверху и на два факела снизу, изначально, факел сверху питает факела снизу, которые, в свою очередь являются неактивными по средствам факела сверху. В случае подачи сигнала на один из двух входов, исключая подачу сигнала на другой вход, сигнал включает факел сверху, а значит и выключается питание факела снизу, стоящего противоположно входу подачи сигнала, что в свою очередь зажигает лампу, а значит передает значение TRUE. В случае если на оба входа подается сигнал, то верхний факел выключается, а питание с факелов снизу не уходит, так как их питают факела с входа, а значит лампа не загорается, то есть передается значение FALSE. В данной конструкции полублоки требуются для того, чтобы сигнал из факелов около лампы не перебивал сигнал со входов.

В начале в программе была реализована подача на вход двух двоичных чисел (рис. 4).



Рис. 4. Прimitивное устройство управления

Затем для записи двоичного числа и дальнейшей работы с ним были запрограммированы регистры (рис. 5).



Рис. 5. 5 Регистры

После этого был реализован механизм сложения этих чисел (рис. 6).



Рис. 6. Механизм сложения чисел

На рис. 7 представлен результат работы программы при вычислении значения выражения: $101112 + 1011102$.



Рис. 7. Результаты сложения двух чисел

Таким образом, при работе над проектом был воссоздан восьмибитный сумматор и регистры для проведения вычислений в игре «Minecraft». В этой игре можно реализовать не только сумматор, но и весь процессор с механизмами вычитания, умножения и деления. Также в игре «Minecraft» и подобных ей играх можно не ограничиваться только лишь созданием одного процессора, также можно создать и устройства вывода информации, например, такие как двухцветный мони-

тор. Этот класс игровых приложений позволяет сделать это. Кроме того, на основе этой идеи, можно понять, что игру можно использовать не только в качестве развлечения, но и в качестве обучения [9, 10], а вместе с интересным изложением материала, учащиеся будут обучаться более быстро, и самое главное, с профессиональным интересом, и будут получать от процесса программной разработки творческое удовлетворение.

Список литературы

1. Козлов С. В., Меженцев И. О. Взаимодействие языка программирования C# с межплатформенной средой разработки Unity // Системы компьютерной математики и их приложения. 2019. № 20-1. С. 193–199.

2. Дрянцев С. В., Чулюков В. А. Применение компьютерных игр в обучении на примере Minecraft // Информационные технологии в образовательном процессе вуза и школы : материалы XI регион. науч.-практ. конф. Воронеж, 2017. С. 185–187.

3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020661362 Российская Федерация. Электронный учебник «Архитектура компьютера» / Бойков Е. В. № 2020660596 ; заявл. 15.09.2020 ; опубл. 22.09.2020 ; заявитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения» (ФГБОУ ВО ИРГУПС).

4. Ефанов Д. В., Дмитриев В. В. Базисы двоичной логики // Автоматика на транспорте. 2015. Т. 1, № 4. С. 400–417.

5. Козлов С. В., Жорнова Ю. О. Использование программного приложения Unity для 3D-моделирования физических объектов // Информационно-вычислительные технологии и их приложения : сб. ст. XXVI Междунар. науч.-техн. конф. / под науч. ред. В. В. Кузиной. Пенза, 2022. С. 110–116.

6. Хангельдиева И. Г. Позитивные практики инновационных педагогических подходов за рубежом и в России: опыт адаптации видеоигры Minecraft // Мир университетской науки: культура, образование. 2020. № 8. С. 47–55.

7. Куницын В. И., Иванова Е. В., Новикова Т. П. Сумматор и его назначение // Новые аспекты моделирования систем и процессов : материалы Междунар. науч.-практ. конф. / отв. ред.: В. К. Зольников, А. И. Заревич. Воронеж, 2023. С. 530–535.

8. Жалнин Д. А., Стефанова И. А. Моделирование сумматоров и создание подсистем // Актуальные проблемы физической и функциональной электроники : материалы 23-й Всерос. молодеж. науч. конф. Ульяновск, 2020. С. 109–110.

9. Козлов С. В. Концептуальные возможности использования цифровых технологий в сфере образования // Цифровой регион: опыт, компетенции, проекты : сб. ст. III Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию Брянского государственного инженерно-технологического университета. Брянск, 2020. С. 396–402.

10. Быков А. А., Киселева О. М. Особенности цифровизации образовательного процесса // Проблемы и тенденции развития социокультурного пространства России: история и современность : материалы IX Всерос. науч.-практ. конф. / под ред. Т. И. Рябовой. Брянск, 2022. С. 168–172.

ПРИМЕНЕНИЕ JETPACK COMPOSE В РАЗРАБОТКЕ ANDROID-ПРИЛОЖЕНИЯ УЧЕТА РАБОЧЕГО ВРЕМЕНИ

В. С. Колягин¹, Л. В. Гурьянов²

^{1,2}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹v.kolyagin@inbox.ru

²leo8087@yandex.ru

Аннотация. Рассматривается создание Android-приложения WorkTracker для отслеживания рабочего времени сотрудника компании. При его реализации был использован новый инструмент для создания графических интерфейсов – Jetpack Compose. Для Android-разработчиков данный инструмент является заменой view-подхода для создания интерфейса. Он отличается своей декларативностью, а также возможностью использовать язык программирования Kotlin для описания компонентов. Представлен архитектурный паттерн, соединяющий MVVM и MVI. Compose является полноценной заменой view и в случае необходимости может использовать view для создания интерфейса.

Ключевые слова: Jetpack Compose, Android, Kotlin, графический интерфейс, архитектурный паттерн, MVVM, MVI, учет рабочего времени

THE USE OF JETPACK COMPOSE IN THE DEVELOPMENT OF AN ANDROID TIME-KEEPING APPLICATION

V. S. Kolyagin¹, L. V. Guryanov²

^{1,2}Penza State University, Penza, Russia

¹v.kolyagin@inbox.ru

²leo8087@yandex.ru

Abstract. The article discusses the creation of an Android application WorkTracker to track the working time of an employee of the company. During its implementation, a new tool for creating graphical interfaces was used – Jetpack Compose. For Android developers, this tool is a replacement for the view approach for creating an interface. It is distinguished by its declarativeness, as well as the ability to use the Kotlin programming language to describe components. The authors present an architectural pattern connecting MVVM and MVI. Compose is a full-fledged replacement for view, and, if necessary, can use view to create an interface.

Keywords: Jetpack Compose, Android, Kotlin, graphical user interface, architectural pattern, MVVM, MVI, time tracking

Целью разработки Android-приложения WorkTracker является создание удобного инструмента для отслеживания рабочего времени сотрудника компании по разработке программных средств.

Основными требованиями, предъявляемыми к разрабатываемому мобильному приложению, являются следующие:

- сохранение расписания рабочих периодов для рабочей недели;
- создание расписания перерывов для рабочей недели;
- отслеживание текущего отработанного времени;
- отслеживание текущего времени перерыва;
- создание оповещений-напоминаний о необходимости указания актуального статуса работы, а также напоминаний об обеде и утреннем подъеме на работу.

Требования к графическому интерфейсу включают простоту использования и легкость настройки приложения.

Модель интерфейса пользователя мобильного приложения создавалась с использованием Figma (фрагмент спроектированного интерфейса представлена на рис. 1).

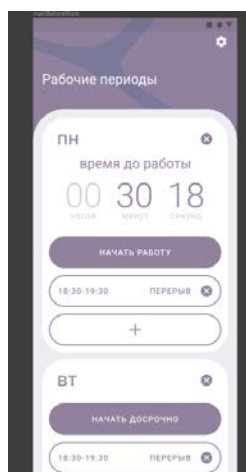
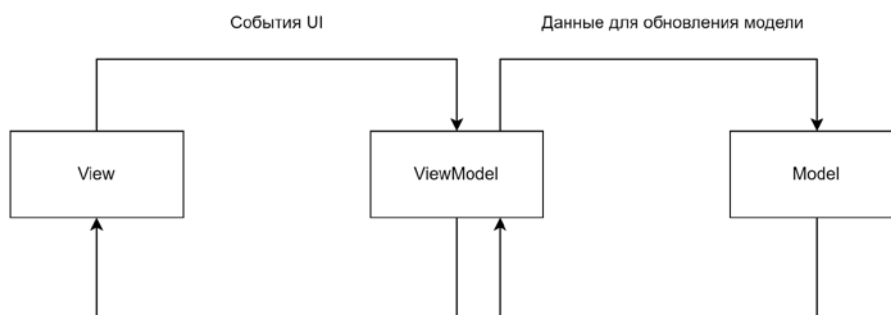


Рис. 1. Фрагмент модели графического интерфейса

После проектирования интерфейса необходимо было принять решение об используемом архитектурном паттерне. После анализа существующих паттернов, было принято решение использовать MVVM [1], объединив его с MVI подходом [2]. В результате был создан паттерн, включающий сильные стороны как MVVM, так и MVI. При использовании данного паттерна, как и в MVVM, основными компонентами являются View-ViewModel-Model. Однако передача данных между View и ViewModel происходит с помощью передачи событий из View и состояния и событий из ViewModel.

Структура данного паттерна показана на рис. 2.



Текущее состояние UI и события об изменениях данных Данные и события об изменениях данных

Рис. 2. Структура используемого архитектурного паттерна

Следующим шагом разработки стал выбор используемых библиотек. Для реализации графического интерфейса был выбран Jetpack Compose.

Jetpack Compose [3] – новый современный инструментарий, который предоставляет Android разработчикам упрощенный и ускоренный способ создания графических интерфейсов на Android. С помощью этого инструментария разработчики могут создавать приложения для Android с меньшим количеством кода, используя Kotlin. Причинами выбора данного инструмента стали:

- декларативный подход к описанию интерфейса;
- идеальная совместимость с выбранным архитектурным паттерном;
- уменьшение времени на разработку интерфейса;
- поддерживаемость решения.

При разработке интерфейса с помощью Compose используется функциональный стиль. Каждый компонент представлен функцией, помеченной аннотацией `@Composable`. С помощью последовательных вызовов функций строится дерево компонентов. Некоторые компоненты используются для отображения частей интерфейса, некоторые для расположения дочерних компонентов на экране.

Для реализации одного экрана создается определенная структура файлов. Вершиной структуры является пакет с названием экрана. В данном пакете находится файл с описанием экрана с использованием Compose, файл, содержащий ViewModel для данного экрана, файл, содержащий sealed класс для описания событий, которые могут быть получены View от ViewModel, файл, содержащий описание класса, который представляет состояние экрана, а также несколько подпакетов: `views`, `models`, `content`. В первом содержатся файлы с описанием графических компонентов. Пакет `models` содержит описание моделей данных, используемых View и ViewModel. В пакете `content` может храниться описание больших частей экрана, которые могут заменять друг друга. Каждый из подпакетов опционален.

При реализации компонентов графического интерфейса при помощи Compose может появиться необходимость использовать некоторые view компоненты. Jetpack Compose позволяет комбинировать view и Composable функции. Это становится возможно благодаря функции `AndroidView`. С ее помощью создается и обновляется view компонент, имитируя декларативных подход.

В ходе разработки был выявлен лишь один существенный недостаток Compose – способ навигации между экранами. При описании графа навигации приходится писать большое количество одинакового кода. Чтобы избежать этого была задействована библиотека `Compose Destinations` [4], которая генерирует граф навигации на основе аннотаций для экранов.

Поводя итог, отметим, что Jetpack Compose является полноценной и эффективной заменой view. Декларативный характер Jetpack Compose требует пересмотреть привычные подходы к созданию графического интерфейса, но после его изучения временные затраты на разработку интерфейса пользователя значительно сокращаются.

Список литературы

1. View Model. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Model-View-ViewModel> (дата обращения: 18.10.2023).
2. Kotlin. URL: <https://xizzhu.me/post/2021-06-21-android-mvi-kotlin-coroutines-flow-compose/> (дата обращения: 18.10.2023).
3. Jetpack compose. URL: <https://developer.android.com/jetpack/compose> (дата обращения: 18.10.2023).
4. Rafaelcosta. URL: <https://composedestinations.rafaelcosta.xyz> (дата обращения: 18.10.2023).

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СИСТЕМ ДИАГНОСТИКИ НЕИСПРАВНОСТИ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

А. Е. Краснов¹, В. Р. Салиев²

^{1,2}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹traktjrist3568@mail.ru

²saliev.vadim2017@yandex.ru

Аннотация. Рассматриваются вопросы разработки экспертной системы в сфере диагностирования авиационной техники, чтобы быстро выявлять неисправности и выдавать рекомендации по их устранению. Рассматриваются принципы работы экспертной системы для диагностирования неисправностей. Также описывается ход разработки экспертной системы, которая включает сбор данных о неисправностях систем и методов их устранения, разработку базы знаний на собранных ранее данных, а также разработку логики работы системы. Рассматриваются достоинства и недостатки системы, перспективы использования подобных систем в диагностировании неисправностей подвижной техники.

Ключевые слова: диагностирование, экспертная система, самолеты, подвижная техника

ANALYSIS OF THE CAPABILITIES OF AIRCRAFT MALFUNCTION DIAGNOSTICS SYSTEMS

A. E. Krasnov¹, V. R. Saliev²

^{1,2}Penza State University, Penza, Russia

¹traktjrist3568@mail.ru

²saliev.vadim2017@yandex.ru

Abstract. The article on the topic "Analysis of the capabilities of aircraft malfunction diagnostics systems" is devoted to the development of an expert system in the field of aircraft diagnostics in order to quickly identify malfunctions and issue recommendations for troubleshooting. The article discusses the principles of the expert system for troubleshooting. It also describes the development of the expert system, which includes the collection of data on system failures and methods of their elimination, the development of a knowledge base on previously collected data, as well as the development of the logic of the system. The advantages and disadvantages of the system, the prospects of using such systems in diagnosing malfunctions of mobile equipment are considered.

Keywords: diagnostics, expert system, aircraft, mobile equipment

Авиационные перелеты, являются неотъемлемой частью в жизни людей. Каждый день самолеты пролетают тысячи километров, доставляя людей и грузы, и каждый самолет нуждается в ежедневной диагностике и техническом обслуживании. Ежедневно техники по обслуживанию самолетов тратят много времени, чтобы проверить все узлы и системы самолета, ведут рукописные журналы и протоколы, все это занимает много времени, также в силу человеческого фактора, техник может допустить ошибку, которая может стать раковой и привести к авиакатастрофе. Чтобы сократить количество ошибок, увеличить качество диагностирования и обслуживания воздушных судов, возникает необходимость разработки экспертной системы для ускорения диагностирования неисправностей узлов и систем самолетов [1].

Экспертная система для анализа неисправностей авиационной техники представляет компьютерную программу, которая включает в себя базу знаний, сформированную на опыте и знаниях экспертов в данной предметной области, а также авиационных конструкторов, которые знают принципы диагностирования узлов и агрегатов, возможные неисправности и способы их устранения. Разработанная программа получает данные с различных датчиков, анализирует базу знаний и выдает пользователю точную информацию о возможных неисправностях и способов их устранения. Структурная схема экспертной системы представлена на рис. 1.



Рис. 1. Структурная схема экспертной системы

На данной схеме изображены следующие элементы:

- Интерфейс (Модуль, через который производится общение экспертной системы с конечным пользователем).
- Диалоговый процессор (Модуль, который генерирует задаваемые вопросы пользователю и также способен озвучивать результаты диагностирования);
- Планировщик (Анализирует полученные данные от конечного пользователя, производит поиск в базе знаний нужную информацию и готовит результаты для ответа пользователю).
- Подсистема объяснения (Генерирует текст о полученном результате поиска информации).

Для разработки экспертной системы диагностирования неисправностей авиационной техники необходимо проделать большую работу по созданию базы знаний, в ходе которой специалист по базам знаний должен проанализировать большой объем информации полученную от экспертов и техников в данной предметной области. База знаний включает в себя алгоритмы и правила диагностирования авиационной техники. Полученная база знаний используется для написания программы, которая будет производить анализ данных и на их основании выдавать результаты диагностирования авиационной техники.

В настоящее время затраты на техническую эксплуатацию авиационной техники в 2–3 раза превышают начальную стоимость самолета. Так как диагностирование авиационной техники дорогостоящая процедура. Также запасные части для самолетов стоят значительно дорого, а вовремя не замеченная поломка может вывести весь из строя весь узел [2].

Ниже приведены уже имеющиеся в эксплуатации экспертные системы в сфере диагностирования неисправностей авиационной техники:

1. Pratt & Whitney Launches AI-Powered Engine Inspection Tool – это экспертная система, предназначенная для диагностирования неисправностей двигателей самолетов [3].

2. Proficy SmartSignal Shield – это экспертная система, используемая для мониторинга и анализа неисправностей в системах промышленности и энергетики, включая авиационную технику [4].

К достоинствам ЭС относятся:

- Постоянство. Хранение информации долгое время.
- Эффективность. Увеличение производительности работы.
- Своевременность. Определение неисправностей и своевременное их устранение.
- Широта. Совокупность знаний нескольких экспертов.
- Воспроизводимость. Возможность сделать несколько копий ЭС.
- Документация. Документирование всего процесса решения.
- Низкая стоимость эксплуатации.

Недостатки ЭС:

- Вероятность предоставления неправильного решения.
- Затруднение механизмов самообучения системы.
- Предназначение для узкой предметной области.
- Сложность с поиском экспертов [5].

Разработка экспертной системы, направленная для диагностики неисправностей авиационной техники, имеет перспективу в будущем, так как на смену старым датчикам приходят новаторские электронные блоки, из-за которых диагностирование самолетов становится более усложненным. С помощью разработки данной ЭС появится возможность точно диагностировать неисправность воздушного судна и предоставить необходимые рекомендации по их устранению.

Список литературы

1. Машонин О. Ф. Диагностика авиационной техники : учеб. пособие. М. : МГТУ ГА, 2007. 141 с.
2. Далецкий С. В. Формирование эксплуатационно-технических характеристик воздушных судов гражданской авиации. М. : Воздушный транспорт, 2005. 420 с.
3. Pratt & Whitney Launches AI-Powered Engine Inspection Tool. URL: <http://www.aviationtoday.com/2023/06/23/pratt-whitney-launch-percept-an-ai-powered-automatic-engine-inspection-system/> (дата обращения: 10.10.2023).

4. APM Smart Signal. APM Smart Signal | Компания Индасофт. URL: https://indusoft.ru/products/ge_digital/apm-smart-signal-ge/apm-smart-signal/ (дата обращения: 11.10.2023).

5. Перфильев О. В., Рыжаков С. Г. Концепция создания экспертной системы анализа причин неисправностей самолетов // Известие Самарского научного центра Российской академии наук. 2017. Т. 19, № 4(2). С. 187–191.

УДК 004.652

СРАВНЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ СУБД DB4O И ОБЪЕКТНО-РЕЛЯЦИОННОЙ СУБД POSTGRESQL В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОБЪЕМА ВЫБОРКИ

A. С. Кудашов¹, В. А. Агапова², Д. А. Дьячков³, А. А. Левин⁴

^{1,2,3,4}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹sasha.kudaschov2014@yandex.ru,

²valeriaagapova.2001@gmail.com,

³rkbcu@mail.ru,

⁴levin_andrej@vk.ru

Аннотация. Рассматриваются объектно-ориентированная СУБД db4o и объектно-реляционная СУБД PostgreSQL, сравнивается их производительность при выполнении CRUD-операций с объектами разной сложности и на разных объемах данных. Результаты исследования показывают, что db4o имеет лучшие показатели при чтении объектов высокой сложности и при добавлении объектов. С операциями обновления и удаления данных, а также чтения объектов низкой сложности лучше справляется PostgreSQL.

Ключевые слова: системы управления базами данных, объектно-ориентированные СУБД, объектно-реляционные СУБД, db4o, PostgreSQL

Благодарности: статья подготовлена под научным руководством старшего преподавателя Е. А. Дзюбы.

Финансирование: исследование поддержано грантом Фонда содействия инновациям (№ 18446ГУ/2023 от 16.08.2023).

COMPARISON OF THE PERFORMANCE OF OBJECT-ORIENTED DBMS DB4O AND OBJECT-RELATIONAL DBMS POSTGRESQL, DEPENDING ON THE SAMPLE SIZE

A. S. Kudashov¹, V. A. Agapova², D. A. Dyachkov³, A. A. Levin⁴

^{1,2,3,4}Penza State University, Penza, Russia

¹sasha.kudaschov2014@yandex.ru,

²valeriaagapova.2001@gmail.com,

³rkbcu@mail.ru,

⁴levin_andrej@vk.ru

Abstract. The article discusses the object-oriented DBMS db4o and the object-relational DBMS PostgreSQL, compares their performance when executing CRUD operations with objects of different complexity and on different amounts of data. The results of the research show that db4o has the best performance when reading objects of high complexity and when adding objects. PostgreSQL does a better job with updating and deleting data, as well as reading objects of low complexity.

Keywords: database management systems, object-oriented DBMS, object-relational DBMS, db4o, PostgreSQL

Acknowledgments: the article was prepared under the scientific supervision of a senior lecturer E. A. Dzyuba.

Funding: the research was supported by the grant of the Innovation Promotion Fund (No. 18446GU/2023 dated 16.08.2023).

Система управления базами данных (СУБД) – это набор программ, которые управляют структурой БД и контролируют доступ к данным, хранящимся в БД. СУБД служит посредником между пользователем и БД. Сама структура БД хранится в виде набора файлов, и единственный способ получить доступ к данным в этих файлах – через СУБД. Она представляет конечному пользователю (или прикладной программе) единое интегрированное представление данных в БД. СУБД получает запросы приложений и переводит их в сложные операции, необходимые для выполнения. Она скрывает большую часть внутренней сложности БД от прикладных программ и пользователей [1].

Логическая модель базы данных определяет:

- набор поддерживаемых типов структур данных;
- набор допустимых операций над ними;
- набор общих правил целостности данных.

Модели баз данных можно разделить на классические и современные. К классическим относятся: сетевая (network) модель; иерархическая (hierarchical); реляционная (relational). К современным моделям, которые являются расширением и обобщением классических, можно отнести: NoSQL БД, постреляционные модели, в том числе и объектно-ориентированные.

Реляционные СУБД распространены больше всего и основаны на распределении данных для хранения по таблицам. Каждому столбцу таблицы соответствует атрибут объекта, имеющий имя и тип. Строки являются уникальными наборами данных, представляющих собой набор характеристик хранимого объекта. Таблицы связаны друг с другом, ссылаясь на первичные ключи других таблиц - специально выбранные для связи уникальные атрибуты.

Развитием реляционных СУБД являются *объектно-реляционные* СУБД (ОРСУБД), которые хранят данные в таблицах. Основное различие между ОРСУБД и РСУБД заключается в том, что ОРСУБД обладают объектно-ориентированными функциями [2].

Объектно-ориентированные базы данных – базы данных, в которых информация представлена в виде объектов, как в объектно-ориентированных языках программирования [3].

Ориентация на объекты обеспечивает гибкость для обработки некоторых или всех требований и не ограничивается типами данных и языками запросов традиционных БД. Ключевой особенностью ООБД является возможность, которую они предоставляют разработчику, позволяя ему указывать как структуру сложных объектов, так и операции применения. Еще одной причиной создания ООБД является растущее использование ОО-языков для разработки ПО [4].

Объектно-ориентированные базы данных – это программируемая БД, которая хранит сложные данные и их взаимосвязи напрямую, без назначения строк и столбцов, что делает их более подходящими для приложений, работающих с большими пакетами. Объекты имеют отношения «многие ко многим» и доступны через использование указателей, которые связаны с ними для установления отношений.

Объектно-ориентированные СУБД исключают несоответствие моделей данных приложения и БД, позволяют отображать сложные связи объектов и имеют строгую типизацию всех объектов на уровне источника данных, значительно упрощая и ускоряя процесс разработки, особенно при наличии сложной структуры связей. Однако во многих источниках упоминается низкая эффективность ООСУБД по сравнению с ОРСУБД без приведения результатов измерений.

Для того, чтобы определить значимость различий в производительности описанных моделей данных при выборе СУБД было проведено исследование их характеристик на практическом примере с использованием ООСУБД db4o и ОРСУБД PostgreSQL.

Важную роль при проведении экспериментальных исследований оценки производительности БД имеет набор данных. Было принято решение использовать открытую базу данных авиаперевозок с данными о полетах за один месяц от компании Postgres Professional [5]. Структура БД приведена на рис. 1.

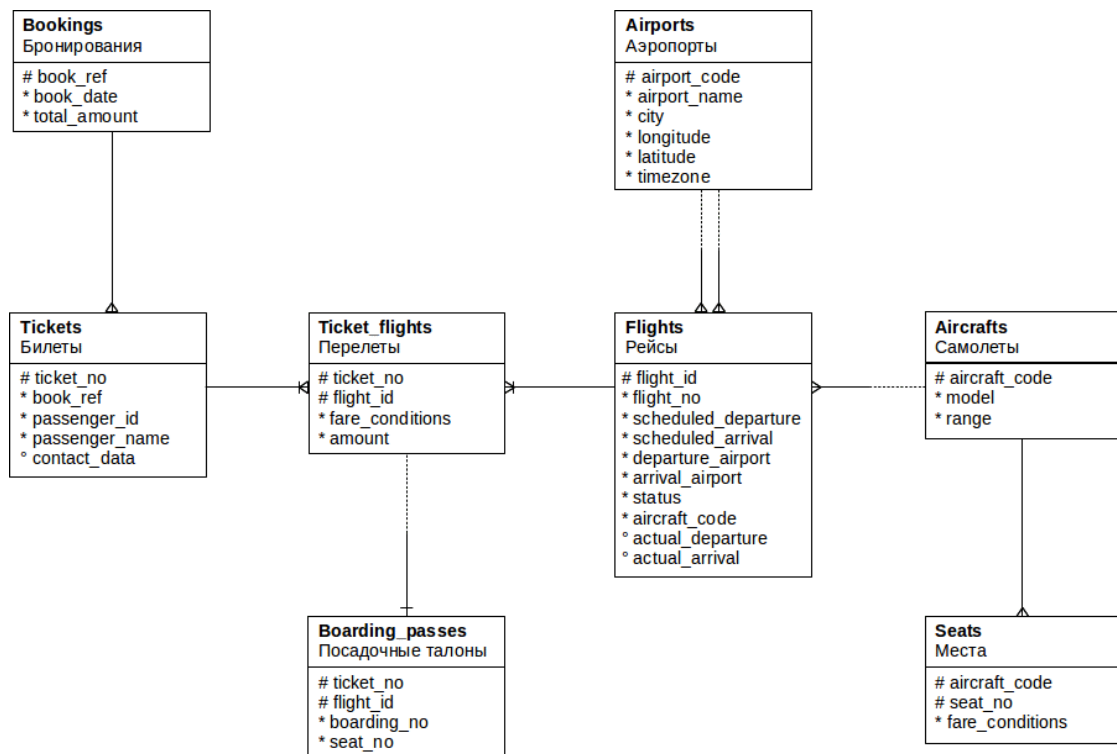


Рис. 1. Структура БД

Для выполнения тестирования производительности было разработано объектно-ориентированное приложение на фреймворке .NET с использованием языка C#. Время выполнения запросов измерялось с помощью класса Stopwatch из пространства имен System.Diagnostics путем запуска таймера непосредственно перед началом выполнения запроса и его остановкой после завершения выполнения запроса. Для повышения достоверности измерений одинаковые запросы выполнялись 5 раз и вычислялось среднее время отклика баз данных. Стандартное отклонение составило менее 3 % в каждом эксперименте.

Многие системы содержат по несколько сотен тысяч, а порой и миллионов записей. Выполнение задачи по выборке необходимой информации из хранилищ такого объема при последовательной переборке всех записей является крайне времязатратным процессом [6]. В описываемом исследовании ограничимся максимальным объемом в 100000 объектов выборки.

При проведении эмпирических экспериментов оценивалась производительность СУБД на следующих объемах выборок: 1000, 5000, 10000, 20000, 50000 и 100000. Это позволило сделать выводы об эффективности СУБД в зависимости от количества обрабатываемых данных. Для каждого из объемов выборки выполнялись как запросы с простыми объектами, так и со сложными, содержащими в своих полях списки других объектов. Таким образом для каждой СУБД было проведено 12 испытаний для каждого типа операций.

Объективность проведенных экспериментов обосновывается тем, что все эксперименты проводились на одном и том же оборудовании под управлением ОС Windows 11 одинаковой конфигурации с использованием одного и того же ОО-приложения на одинаковых данных с одинаковыми запросами. Время создания интерфейса для db4o и время подключения для PostgreSQL не учитывались при измерении длительности выполнения запросов.

Перейдем к рассмотрению результатов экспериментов. Результаты вставки объектов приведены на рис. 2. При выполнении запросов для объектов низкой сложности время отклика до 5000 объектов очень близко, db4o выполняют операцию вставки быстрее, чем PostgreSQL на протяжении всего эксперимента. С увеличением количества объектов разница во времени отклика увеличивается. Аналогичное поведение наблюдается и при работе с объектами высокой сложности.

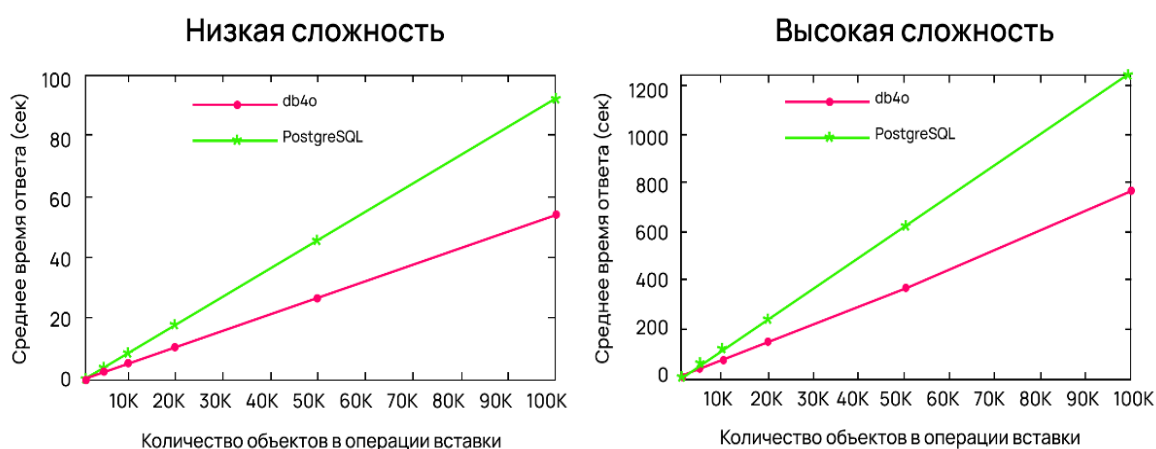


Рис. 2. Результаты вставки объектов

Из результатов эксперимента по чтению данных (рисунок 3) видно, что при работе с объектами низкой сложности PostgreSQL работает быстрее, чем db4o до 10000 объектов. На 10000 объектов время отклика обеих СУБД одинаково. С дальнейшим увеличением размеров выборки производительность db4o значительно снижается в отличие от ее постепенного снижения в PostgreSQL. При работе с объектами высокой сложности до 20000 объектов выборки время отклика db4o и PostgreSQL не сильно отличается, однако с увеличением размеров выборки разница в производительности рассматриваемых СУБД значительно увеличивается в пользу db4o. Это показывает, что при чтении объектов высокой сложности db4o более предпочтительна.

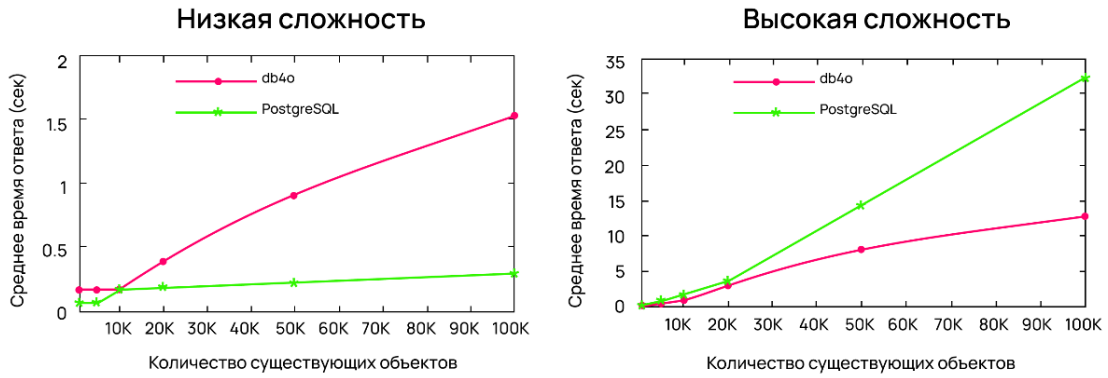


Рис. 3. Результаты чтения данных

Из рис. 4 с результатами обновлений данных можно заметить, что на экспериментах как с объектами низкой, так и высокой сложности производительность PostgreSQL значительно выше. При работе с объектами низкой сложности у обеих СУБД наблюдается снижение времени отклика на выборке из 10000 объектов. В эксперименте с объектами высокой сложности производительность PostgreSQL и db4o на размерах выборки менее 5000 объектов приблизительно одинакова.

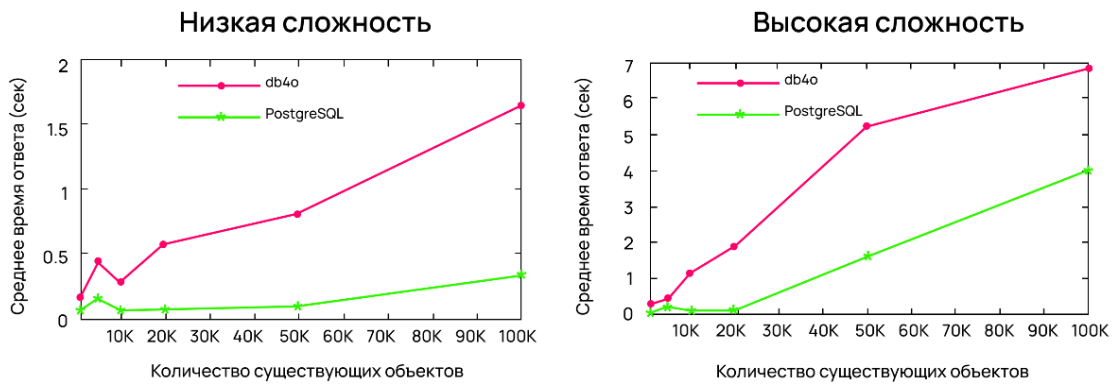


Рис. 4. Результаты обновления данных

Поведение обеих СУБД при удалении данных (рисунок 5) похоже на поведение при обновлении. PostgreSQL снова показывает лучшие результаты.

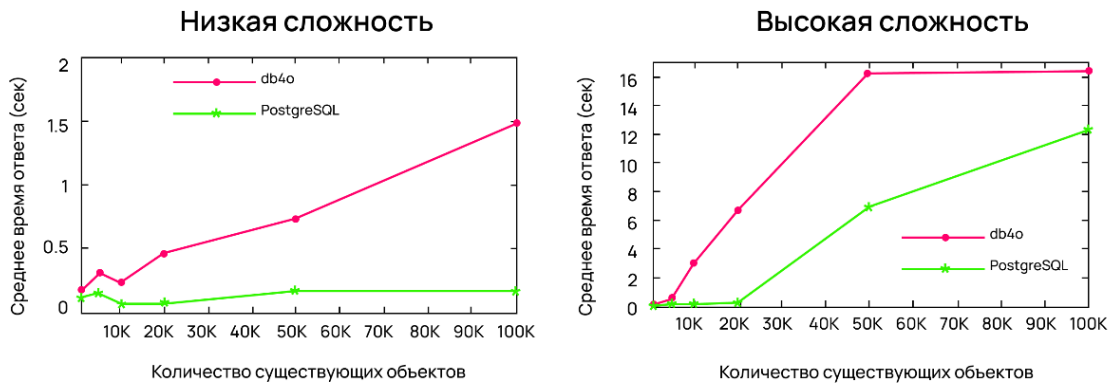


Рис. 5. Результаты удаления данных

Результаты всех экспериментов объединены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты экспериментов

	Добавление	Чтение	Обновление	Удаление
Объект низкой сложности	db4o	PostgreSQL	PostgreSQL	PostgreSQL
Объект высокой сложности	db4o	db4o	PostgreSQL	PostgreSQL

Из таблицы 1 видно, что db4o лучше показывает себя при чтении объектов высокой сложности и при добавлении объектов. С операциями обновления и удаления данных, а также чтения объектов низкой сложности лучше справляется PostgreSQL.

Таким образом, при выборе СУБД ключевым фактором является набор операций с БД, которые будут использоваться чаще всего, а также уровень сложности объектов. Если предполагается использовать большое количество сложных объектов и основной задачей разрабатываемой системы является чтение объектов, то лучше подойдет ООСУБД db4o. В противном случае ОПСУБД PostgreSQL окажется лучшим решением.

Список литературы

1. Мамедли Р. Э. Системы управления базами данных : учеб. пособие. Нижневартовск : Изд-во Нижневартовского государственного университета, 2021. 214 с. // Нижневартовский государственный университет / НВГУ. URL: https://nvsu.ru/ru/Intellekt/2316/Mamedli_R.EH._Sistemy_upravleniya_bazami_dannykh.pdf (дата обращения: 30.09.2023).

2. Reza Kalantari Comparing the Performance of Object and Object Relational Database Systems on Objects of Varying Complexity / Reza Kalantari, Christopher H. Bryant // CiteSeerX. URL: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.399.2038> (дата обращения: 30.09.2023).

3. Введение в объектно-ориентированные базы данных / alexeyb // Habr. URL: <https://habr.com/ru/articles/56399/> (дата обращения: 04.10.2023).

4. Объектно-ориентированные базы данных: понятие, основные концепции, управление, примеры // FB.ru. URL: <https://fb.ru/article/475549/obyektno-orientirovannyye-bazyi-dannyih-ponyatie-osnovnyie-kontseptsii-upravlenie-primeryi> (дата обращения: 04.10.2023).

5. Демонстрационная база данных // Компания Postgres Professional. URL: <https://postgrespro.ru/education/demodb> (дата обращения: 05.10.2023).

6. Кудашов А. С., Агапова В. А., Дьячков Д. А., Казакова И. А. Обзор типов индексов и их применение в системах управления базами данных // Современные цифровые технологии : материалы II Всерос. науч.-практ. конф. / под общ. ред.: А. А. Беушева, А. С. Авдеева, Е. Г. Боровцова, А. Г. Зрюмовой. Барнаул, 2023. EDN: QUKLLC

ТРУДНОСТИ РАЗРАБОТКИ СВОБОДНОГО СИСТЕМНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ УСТРОЙСТВ НА АРХИТЕКТУРЕ ARM

А. Ю. Тимонин¹, Д. И. Макеев², О. Р. Филиппов³

^{1,2,3}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹timonin@pnzgu.ru

²danilmakeev6@gmail.com

³olegfil26@ya.ru

Аннотация. Рассматриваются особенности портирования операционных систем семейства Linux на устройства с архитектурной платформой ARM: ARMv7 и Aarch64. Проведен анализ текущего опыта разработки существующих специализированных дистрибутивов Linux с выделением основных сложностей, возникающих при запуске и функционировании системного ПО на подобных устройствах. Предложены идеи для новой методики, упрощающей и автоматизирующей процесс адаптации ядра Linux под конкретные ARM-устройства.

Ключевые слова: операционные системы, ядро Linux, мобильные устройства, ARM архитектура, свободное программное обеспечение, дерево устройства

DIFFICULTIES IN DEVELOPING FREE SYSTEM SOFTWARE FOR DEVICES BASED ON ARM ARCHITECTURE

A. Y. Timonin¹, D. I. Makeev², O. R. Filippov³

^{1,2,3}Penza State University, Penza, Russia

¹timonin@pnzgu.ru

²danilmakeev6@gmail.com

³olegfil26@ya.ru

Abstract. The article discusses the features of porting Linux-based operating systems to the ARM platform devices (ARMv7 and Aarch64). An analysis of the current experience of developing specialized Linux distributives was carried out. Also, common difficulties of launching and processing system software on ARM devices is highlighted. Some ideas have been proposed for a new technique that simplifies and automates the adaptation the Linux kernel to specific ARM devices.

Keywords: operating system, Linux kernel, mobile devices, ARM platform, free software, device tree

В настоящее время широко развит рынок «умной» потребительской электроники, которая в своем составе содержит полноценные микропроцессорные модули с памятью и многофункциональной шиной ввода-вывода. Такие устройства

обладают свойствами классических IBM-совместимых персональных компьютеров с архитектурой x86-x64. Однако, в целях достижения высокой энергоэффективности и компактности большая часть «умной» электроники основывается на других аппаратных архитектурах, таких как MIPS, RISC-V, ARM и других. Это связано в большей степени с тем, что подобные устройства в основном являются встраиваемыми или мобильными. Большинство смартфонов, планшетов, микрокомпьютеров и компактных ноутбуков основываются на 64 битной платформе компании ARM – Aarch 64. В прошлом десятилетии также были распространены 32 битные платформы – ARMv6 и ARMv7. Количество произведенных устройств с данными архитектурами исчисляется миллиардами [1]. Основными используемыми на них операционными системами являются Google Android, Microsoft Windows, Apple iOS и MacOS, а также специализированные дистрибутивы Linux, наподобие ARMBian и Raspberry Pi OS. [1, 2]

Наибольшее разнообразие представляют мобильные устройства на базе ОС Android. Однако производители не закладывают большой жизненный цикл для таких устройств – обновления системного ПО поставляются максимум 5 лет, но обычно этот срок составляет 1–2 года [1, 2]. Данный факт приводит к тому, что пользоваться такими устройствами становится некомфортно, т. к. новое прикладное ПО адаптируется в первую очередь под наиболее свежие и актуальные версии операционных систем, и небезопасно, так как найденные программные уязвимости никто не устраняет, а в проприетарных операционных системах могут быть «закладки» для удаленного контроля над устройствами третьими лицами. Решением этих проблем занимаются сообщества пользователей-энтузиастов, которые адаптируют новые версии предустановленных операционных систем, либо занимаются разработкой и портированием альтернатив. Здесь можно упомянуть такие проекты, как:

- AOSP – стандартная версия Android от компании Google, свободная от сторонних проприетарных надстроек [3];

- LineageOS – форк Android, развиваемый сообществом, в котором использование сервисов Google в базовой поставке сведено к минимуму [4];

- Ubuntu Touch – адаптированная под мобильные устройства редакция дистрибутива Ubuntu, первоначально развиваемая компанией Canonical, впоследствии — сообществом UBports [5];

- PostmarketOS – наиболее успешный проект по адаптации операционной системы Linux под множество различных ARM-устройств. Основывается на компактном дистрибутиве Alpine Linux, используемом во встраиваемых решениях и системах контейнеризации. Целями проекта является продление срока эксплуатации мобильных устройств после завершения сроков поддержки производителем, а также расширение их функциональных возможностей до уровня полноценного персонального компьютера [6].

Основная сложность портирования системного ПО заключается в отсутствии стандартизации при проектировании ARM-устройств, а также закрытости спецификаций аппаратных компонентов устройств, программного кода драйверов и прочих частей предустановленной операционной системы, поставляемых в виде скомпилированных бинарных файлов (блобов). Даже если производители систем на чипах (SoC) предоставляют исходные коды и полную документацию на свою продукцию, остаются периферийные устройства, такие как сетевые карты и модули камер, прошивки которых закрыты. Также зачастую производители конечных устройств вносят в их архитектуру свои нестандартизированные и часто не документируемые изменения и настройки. Частичным решением данной проблемы является проект Halium [7], унифицирующий уровень аппаратной абстракции для

устройств на базе системы Android. Его минусами являются несовместимость с другими операционными системами, а также ограниченный круг совместимости с аппаратными платформами (устройства, выпущенные до 2017 года, не поддерживаются).

Рассмотрим основные трудности, возникающие при портировании операционных систем семейства Linux на ARM-устройства.

В связи с тем, что у значительной части персональных ARM-устройств присутствует сенсорный экран и отсутствует аппаратная клавиатура, изменяется подход к пользовательскому интерфейсу [8]. Он должен быть адаптирован [8] на работу со стилусом и пальцевому набору с минимумом использования аппаратных кнопок и клавиш. На данный момент существуют ориентированные на мобильные устройства окружения рабочего стола: Phosh, Plasma Mobile, sxmo, Lomiri и другие. Однако большая часть системного и прикладного ПО в Linux создавалась для десктопов (графический интерфейс, GUI) и серверов (текстовый интерфейс, TUI). Решением здесь является создание адаптированных форков программ, либо использование специальных фреймворков, наподобие Kirigami от проекта KDE для приложений написанных на Qt.

Проблема адаптации драйверов периферийных устройств не имеет единого решения. Часть разработчиков проводит реверс-инжиниринг таких устройств, что требует не только знаний программирования, но и серьезного опыта в электронике и электротехнике, а также наличия специального оборудования, такого как осциллограф, паяльная станция, терминал отладки, программатор и т.п. Некоторые организации проводят исследования по возможности применения искусственного интеллекта в разработке программного обеспечения [2, 9], в том числе для автоматизации процесса редактирования исходных кодов системного ПО, такого как драйверы и ядра операционных систем.

Главной задачей разработчиков, переносящих Linux на конкретное ARM-устройство, является адаптация и запуск на нем актуального (mainline) ядра Linux. Использовать поставляемое с этим устройством исходное (downstream) ядро нежелательно, так как в нем присутствуют неисправленные уязвимости и специфический нестандартизированный код, из-за которого система может не запускаться или работать нестабильно. Разработчик при этом сталкивается с рядом проблем [10]:

- загрузчик может быть заблокирован, либо не способен взаимодействовать с актуальным ядром;
- разметка и размеры разделов системного диска могут не совпадать с разметкой портируемой операционной системы;
- необходимость править исходные файлы dts и dtsi «дерева устройства» (device tree), содержащего именованные узлы и свойства, описывающие оборудование, которое невозможно обнаружить путем его опроса [11];
- в случае, если устройство достаточно старое, потребуется создавать дерево устройства с нуля, перенося переменные из board-файлов, находящиеся в каталоге /arch/arm/mach-*<тип SoC>* исходных кодов нативного ядра данного устройства, причем часть переменных могут быть представлены в ином формате и требуют конвертации;
- часть драйверов компонентов устройства представлены в виде скомпилированных модулей ядра (формат .ko), исходные коды к ним могут быть не предоставлены, что затрудняет возможность их запуска на актуальной версии ядра;
- отладка ядра через удаленный терминал с использованием утилит dmesg, gdb и т.п., поиск контактов последовательного порта UART или JTAG на устройстве и получение с них отладочной информации.

Проблема заблокированного загрузчика решается посредством обращения пользователя к производителю устройства, чтобы тот предоставил необходимые технические средства для разблокировки, либо разблокировал загрузчик удаленно. Однако далеко не все производители разрешают производить манипуляции с загрузчиком, также наличие этой возможности зависит от производителей SoC. Отсутствие поддержки актуального ядра загрузчиком устройства решается за счет сборки из исходных кодов свободных альтернативных загрузчиков: U-Boot [12] или lk2nd [13]. Новый загрузчик помещается в раздел Boot, где находится стандартное запускаемое ядро Linux, либо в раздел Recovery, где располагаются средства по восстановлению системы с отдельным загружаемым ядром.

Разметка разделов меняется либо в Recovery перед установкой портируемой системы, либо с помощью команд загрузчика через терминал отладки.

Проблема создания дерева устройства и обновления нестандартных компонентов ядра на данный момент не имеет универсального решения. Можно предложить следующий способ, использующий машинное обучение и средства визуальной аналитики, для переноса параметров из board-файлов в файл дерева устройства:

1. В исходном коде актуального ядра Linux анализируются dts-файлы поддерживаемых систем на чипе, а также dtsti-файлы уже адаптированных устройств.

2. Осуществляется поиск оригинальных версий ядер для этих устройств. В зависимости от наличия скомпилированного бинарного файла dtb дерева устройства, либо board-файлов, производится сравнение их содержимого с актуальным деревом устройства.

3. По спецификациям исследуемого устройства проводится поиск устройств с аналогичными аппаратными компонентами, исходных кодов их ядер и извлечение частей кода, отвечающих за эти компоненты.

4. Найденные совпадения и различия помечаются, они выступают исходными данными для тренировки нейронной сети.

5. После нахождения достаточного количества исходных данных производится обучение нейронной сети.

6. Обученную нейронную сеть применяют для составления актуального дерева устройства для устройства, еще его не имеющего.

7. При необходимости производится ручная корректировка параметров в исходных кодах дерева устройства и его последующая компиляция в dtb-файл.

8. Осуществляется сборка и установка актуального ядра с внедренным актуальным dtb-файлом.

9. Через UART производится проверка запуска и первичная отладка ядра. В случае возникновения проблем производится возврат на предыдущие шаги.

Данный алгоритм планируется использовать в качестве отправной точки для создания специализированного программного средства, помогающего автоматизировать процесс адаптации и запуска актуальных версий ядра Linux на ARM-устройствах.

Список литературы

1. Шилов А. 842 Chips Per Second: 6.7 Billion Arm-Based Chips Produced in Q4 2020. URL: <https://www.tomshardware.com/news/arm-6-7-billion-chips-per-quarter> (дата обращения: 14.10.2023).

2. Дебелов В. В., Апарин В. А., Иванов В. В. Современные методы отладки электронных устройств, построенных на базе микроконтроллеров с архитектурой ARM // Алгоритмические и программные средства в информационных технологиях, радиоэлектронике и телекоммуникациях : материалы 2-й Междунар. заоч.

науч.-техн. конф. (Тольятти, 9–10 января 2014 г.). Тольятти : Поволжский государственный университет сервиса, 2014. С. 33–38. EDN: YYVTCJ

3. Официальный сайт проекта Android Open Source Project (AOSP). URL: <https://source.android.google.cn/?hl=ru> (дата обращения: 14.10.2023).

4. Официальный сайт проекта LineageOS. URL: <https://www.lineageos.org/> (дата обращения: 14.10.2023).

5. Официальный сайт проекта UBports. URL: <https://ubports.com/ru/> (дата обращения: 14.10.2023).

6. Справочник проекта PostmarketOS. URL: <https://wiki.postmarketos.org/wiki/> (дата обращения: 14.10.2023).

7. Официальный сайт проекта HaliuM. URL: <https://haliuM.org/> (дата обращения: 14.10.2023).

8. Бурукина И. П., Привалов А. Э. Исследование современных подходов к проектированию цифровых интерфейсов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2022. № 1 (61). С. 78–87. doi: 10.21685/2072-3059-2022-1-7

9. Бевзенко С. А. Применение искусственного интеллекта и машинного обучения в разработке программного обеспечения // Инновации и инвестиции. 2023. № 8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-iskusstvennogo-intellekta-i-mashinnogo-obucheniya-v-razrabotke-programmnogo-obespecheniya> (дата обращения: 14.10.2023).

10. Руководство по портированию актуальной версии ядра Linux на мобильные устройства. URL: https://wiki.postmarketos.org/wiki/Mainlining_Guide (дата обращения: 14.10.2023).

11. Подольская Н. А. Дерево устройств. Лекция и практическое занятие. URL: <http://mech.math.msu.su/~nap/2021/SystProg/DeviceTree.pdf> (дата обращения: 14.10.2023).

12. Документация проекта свободного универсального загрузчика U-Boot. URL: <https://u-boot.readthedocs.io/en/latest/> (дата обращения: 14.10.2023).

13. Проект альтернативного загрузчика lk2nd для устройств на базе платформ Qualcomm MSM8916 MSM8226 MSM8974. URL: <https://www.opensourceagenda.com/projects/lk2nd> (дата обращения: 14.10.2023).

УДК 004.042:004.624

ПОСТАНОВКА ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ПОДТВЕРЖДЕНИЮ ГИПОТЕЗЫ О ВРЕМЕНИ ОБРАБОТКИ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ФИЛЬТРАЦИИ СОБЫТИЙ

А. С. Митрохин^{1,2}

¹ЗАО «НВП Болид», Королев, Россия

²Мытищинский филиал Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана (национального исследовательского университета), Мытищи, Россия

alexsak2006@mail.ru

Аннотация. Для обеспечения уведомления о событиях системы безопасности разработана настраиваемая администратором система распределенной филь-

трации событий, которая содержит правила фильтрации для разных групп пользователей. Предполагается, что время обработки события (заявки в терминологии систем массового обслуживания) зависит от количества каналов уведомления, правил фильтрации внутри каждого канала и количества буферов на канал. Была предложена гипотеза о зависимости указанных параметров системы обработки событий. В результате эксперимента с применением работающей системы подтверждается линейная связь между компонентами системы в рамках ограничений, представленных для реальной системы.

Ключевые слова: система массового обслуживания, обработка заявок, время обработки, распределенная система, фильтрация данных

Благодарности: статья подготовлена под научным руководством кандидата технических наук, доцента А. В. Чернышова, а также при поддержке заместителя главного конструктора ЗАО «НВП Болид» А. С. Воронова.

EXPERIMENT ON HYPOTHESIS CONFIRMATION ABOUT THE PROCESSING TIME OF DISTRIBUTED FILTERING OF EVENTS

A. S. Mitrokhin^{1,2}

¹*ZAO NVP Bolid, Korolev, Russia*

²*Mytishchi Branch of Bauman Moscow State Technical University, Mytishchi, Russia*

alexsak2006@mail.ru

Abstract. To provide notification of security events, the administrator-configured distributed event filtering system contains filtering rules for different groups of users. It is assumed that the processing time of the event (transactions, by the terminology of mass service systems) depends on the number of notification channels, filtering rules within each channel, and the number of buffers per channel. A hypothesis was proposed about the complex dependence of the specified parameters on the event filtering system. As a result of an experiment using a working system, a linear correlation between the system parameters is confirmed within the limits presented for the real system.

Keywords: mass service system, transaction processing, processing time, distributed system, data filtering

Acknowledgments: the author is grateful to A. V. Chernyshov and A. S. Voronov for the scientific leadership and consultations.

Представленная работа является частью НИОКР для системы АРМ-С3000 от компании ЗАО «НВП Болид», сотрудником которой является докладчик. АРМ-С3000 – это кроссплатформенное программное обеспечение, предназначенное для организации сетевых рабочих мест мониторинга ИСО «Орион» при помощи Web-интерфейса и рассылки уведомлений пользователям через мессенджер Telegram.

Для понимания применяемой терминологии следует обратить внимание на рис. 1, который описывает схему движения событий по компоненту «Канал уведомлений» от источников событий до буфера отправки в Telegram.

Разные источники событий, которыми являются различные устройства, согласно поставленному ТЗ, могут генерировать до 250 событий в минуту. В данном докладе следует абстрагироваться от внутренней структуры события, оно рассматривается как заявка, по аналогии с системами массового обслуживания. Все события через программный интерфейс попадают в так называемый Менеджер каналов уведомлений (далее МКУ).

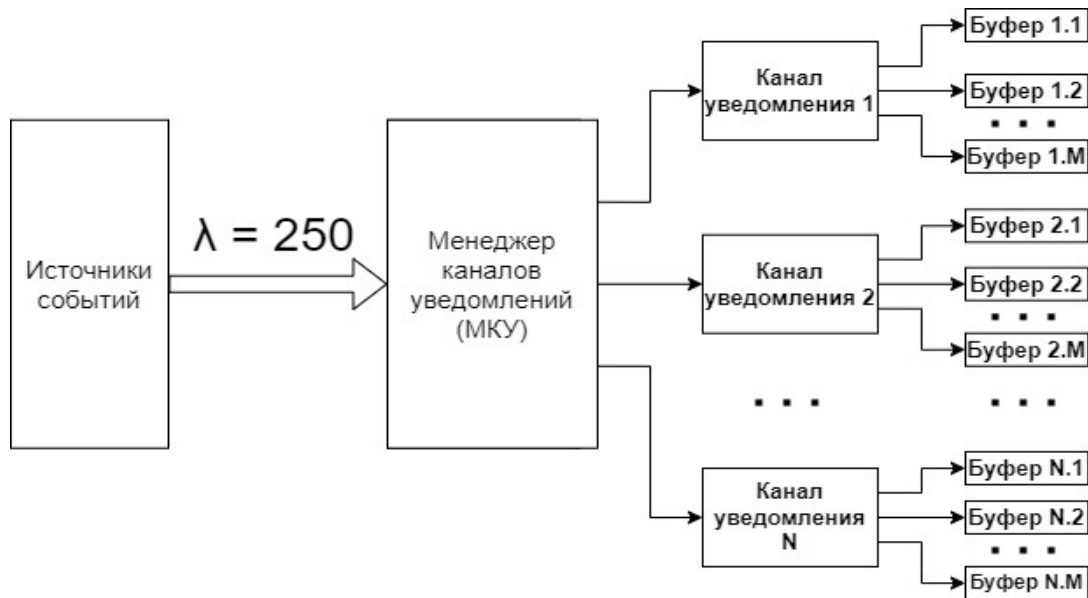


Рис. 1. Общая схема движения потока событий от источника к буферам передачи

Задача запущенного МКУ – отправлять каждое событие во все каналы уведомлений, как сетевой коммутатор. Каждый Канал уведомления (далее КУ) имеет внутри себя набор фильтров, именуемый правилами. Если событие удовлетворяет заданным правилам, то оно должно быть отправлено всем подключенным к КУ пользователям. Перед отправкой пользователю событие попадает в буфер, из которого система отправки «забирает» событие и отправляет в пункт назначения. Отправка посредством Telegram имеет ограничение числа запросов до 100 в минуту. Для контроля обеспечения баланса между скоростью получения конечным пользователем уведомления о событии и стабильностью системы, требуется провести эксперимент по определению времени подготовки события к отправке.

Целью эксперимента является доказательство или опровержение гипотезы о том, что в худшем случае время обработки события в КУ с отправкой в буферы КУ T имеет вид:

$$T = \sum_{i=1}^N (k_{ri} t_r) + M_i t_s, \quad (1)$$

где N – число КУ, k_{ri} – число правил фильтрации i -го КУ, M_i – количество буферов КУ (потребителей), t_s – время отправки события в один буфер.

Такая гипотеза имеет следующие ограничения: событие гарантированно попадает в буфер, т.е. КУ не будет его отклонять; событие проходит в буфер только по последнему правилу; параллелизация процессов не обеспечивается.

Для доказательства гипотезы нужно провести эксперимент, который состоит из следующих частей:

1. Изменяя N , определить степень влияния числа КУ на обработку событий при постоянных M_i и k_{ri} .
2. Используя результат из пункта 1, изменяя число M_i , определить влияние числа буферов на обработку событий при постоянном k_{ri} .
3. Определить степень влияния количество правил фильтрации при постоянных M_i и N .

Факт наличия влияния КУ на время обработки неоспорим по той простой причине, что там происходят сложные процессы извлечения правил и многочисленных операций сравнения.

Итак, имеем следующие входные данные для эксперимента:

— гиперпараметры: $M_i = 1$ и $k_{ri} = 1$;

— значения $N \in \{1, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100\}$;

— предварительное число измерений для определения расчета числа измерений – 10 [1];

— допустимая относительная погрешность измерений – 2% .

Следует обратить внимание на резкий скачок минимального числа измерений от 10 КУ и ниже. Дело в том, что время обработки события становится там крайне мало, и возникают скачки вплоть до значения 0 , что требует регулярных перерасчетов. В связи с этим, для дальнейших экспериментов следует исключить эти значения N .

Из полученных средних $T(N)$ выведены линейные, квадратичные и кубические регрессии [2]. Коэффициенты корреляции и детерминации для всех трех видов регрессий равны и составляет $0,999$, но расчет для квадратичной регрессии имеет меньшую среднюю ошибку аппроксимации ($0,1714$) и имеет вид:

$$T(N) = 0N^2 + 0.0007N + 0.0001 = 0.0007N + 0.0001. \quad (2)$$

Следующей частью эксперимента является доказательство влияния числа буферов КУ. Предполагается, что при большом числе буферов время обработки будет значительно увеличено. Однако в результате измерений обнаружено, что использование даже 100 буферов не сместило среднее значение за пределы изначальных доверительных интервалов, а в ряде случаев фиксировалось сниженное значение времени. Это позволяет в дальнейшем пренебрегать временем отправки событий в буфер при построении математической модели всей системы.

Последней частью эксперимента является определение степени влияния количества правил фильтрации. Для определения степени влияния числа правил фильтрации эксперимент поставлен таким образом, что событие сможет пройти фильтрацию только по последнему правилу, чтобы не произошла преждевременная отправка.

Ограничения эксперимента имеют вид:

— Гиперпараметры: $M_i = 1$.

— Значения $N \in \{20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100\}$.

— Значения $k_r \in \{1, 20, 30\}$

— Предварительное число измерений для определения расчета числа измерений $n_e = 10$.

— Допустимая относительная погрешность измерений – 2% .

Если построить функции регрессии, то обнаруживается, что коэффициент зависимой переменной является константой, а свободный коэффициент изменяется. Следовательно, количество правил в канале влияет на время обработки КУ, что подтверждает первую часть (1).

$$T(N, 1) = 0,0007N + 0.00001 \quad (4)$$

$$T(N, 20) = 0,0007N + 0.00025 \quad (5)$$

$$T(N, 30) = 0,0007N + 0,00037. \quad (6)$$

Скорректируем на основе полученных знаний гипотетическую модель. Так, получаем формулу:

$$T = \sum_{i=1}^N (k_{ri} t_r) + N t_N, \quad (7)$$

где N – число КУ, k_{ri} – число правил в i -м КУ, t_r – время обработки события по одному правилу, t_N – постоянное время, затрачиваемое при обработке.

В результате поставленного эксперимента гипотеза о математической модели подтверждена частично. Измерения показывают наличие дополнительной за-

держки в КУ, которая не зависит от количества правил, но и не связана с буфером передачи. Из модели убрана длительность отправки в буфер, так как это значение слишком мало и им можно пренебречь.

Говоря о практическом применении, автор допускает скрытую экспоненциальную зависимость коэффициентов, но ввиду малых значений гиперпараметров это выявить проблематично. Попытки построения экспоненциальных моделей привели к высокой погрешности измерений. С другой стороны, большие значения гиперпараметров малоприменимы на практике в связи с высокой требовательностью программных реализаций к мощности ЭВМ, на которых будет стоять подобная система.

Список литературы

1. Бойко А. Ф., Кудеников Е. Ю. Точный метод расчета необходимого количества повторных опытов // Вестник БГТУ имени В. Г. Шухова. 2016. № 8.

2. Чалганова А. А. Построение множественной регрессии и оценка качества модели с использованием процессора Excel : учеб. пособие. СПб. : РГГМУ, 2022. 90 с.

УДК 681.51

ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ КИБЕРФИЗИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ В УСЛОВИЯХ ДИНАМИЧНОЙ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ

Е. Д. Рогожников

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Россия*

rgzhnkv@bk.ru

Аннотация. Рассматриваются основные методы оптимизации управления киберфизическими системами. Представлено описание киберфизической системы и внешней среды. Существенное внимание отводится влиянию динамической внешней среды на систему, а также применимости отдельных методов в этих условиях.

Ключевые слова: киберфизические системы, оптимизация, искусственный интеллект, машинное обучение, динамическая внешняя среда

CONTROL OPTIMIZATION OF CYBER-PHYSICAL SYSTEMS IN A DYNAMIC EXTERNAL ENVIRONMENT

E. D. Rogozhnikov

Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia

rgzhnkv@bk.ru

Abstract. This report is devoted to the main methods of optimizing the control of cyber-physical systems. A description of the cyber-physical system and the external envi-

ronment is presented. The report pays considerable attention to the influence of the dynamic external environment on the system, as well as the applicability of methods in these conditions.

Keywords: cyber-physical systems, optimization, artificial intelligence, machine learning, dynamic external environment

В современном мире одной из важных задач является оптимизация производства. Киберфизические системы, применяемые в производстве и других отраслях, начинают все чаще использоваться и модернизироваться. Такие системы являются важным направлением развития технологий и получили широкое распространение в различных отраслях [1]. Сложные системы, состоящие из нескольких модулей, ставят уже новую задачу по оптимизации самих киберфизических систем.

Киберфизическая система (КФС) представляет собой структуру, состоящую из физической части (различные физические и биологических процессы) и интегрированной информационной части, осуществляющий контроль и управление физической частью. Сам термин был впервые предложен в октябре 2006 года директором по встроенным и гибридным системам в Национальном научном фонде США, Хелен Джилл [2]. КФС существовали и до этого, после 2006 года само название получило широкое распространение. Помимо названия, самих систем становилось все больше, управлять ими становилось все сложнее, увеличивалось влияние внешней среды. Внешняя среда – это совокупность всех внешних факторов, влияющих на систему. Факторов, влияющих на систему, становится больше с усложнением КФС. Факторы со временем начинают динамически изменяться. Таким образом, влияние динамической внешней среды на большие КФС велико, появляется необходимость в оптимизации КФС с учетом этого влияния.

В целом, методы оптимизации КФС можно разделить на:

- Детерминированные методы, основанные на обеспечении теоретической гарантии, что результат будет полностью удовлетворен изначальной задаче.
- Стохастические методы, основанные на использование процессов со случайными факторами. Данные методы направлены на получение глобального положительного результата при большом количестве времени.
- Эвристические методы, основанные на опыте человека и его интуиции.
- Методы искусственного интеллекта (ИИ), основанные на машинном обучении и решающие подобные задачи.

Кроме того, методы могут быть гибридными, использующие сразу несколько видов методов, особенно это касается методов ИИ. Зачастую они имеют какой-то базовый детерминированный или стохастический метод, который берется за основу, и дальше улучшается при помощи машинного обучения.

Детерминированные методы применяются в КФС крайне редко, поскольку результат чаще всего нужен здесь и сейчас. Из-за сложной структуры КФС создание необходимой теоретической базы для решения задач оптимизации является сложным и затратным процессом. Поэтому детерминированные методы используются или в небольших КФС, или в отдельных модулях. Влияние динамической внешней среды также усложняет применение данных методов, поскольку внешняя среда вносит множество небольших факторов, которые по отдельности могут не влиять на систему, а в совокупности оказывать глобальное влияние. Просчет влияния динамической внешней среды на КФС является нетривиальной задачей, а постоянное появление новых и изменение существующих факторов может оказывать существенное влияние на работу КФС.

Стохастические методы чаще применяются в КФС по сравнению с детерминированными методами. К сожалению, данные методы не могут давать абсолютно-го результата в решении задач оптимизации, но дают очень хороший результат на дистанции. Стохастические методы эффективны в условиях динамической внешней среды, поскольку могут учитывать их на основе вероятностных случайных моделей. Одним из таких методов является метод Монте-Карло, использующий генерацию случайных чисел и нахождение вероятностной оценки. Так, данный метод используется для оценки надежности КФС [3]. К стохастическим методам можно отнести также игру с неполной информацией (Байесовская игра), которая применяется для защиты от кибератак [4].

Эвристические методы используются на практике, но чаще всего не имеют достаточной доказательной базы для обеспечения эффективности управления КФС, поэтому данные методы не рассматривались в данном докладе более подробно.

Методы ИИ уже нашли широкое применение в современных КФС. Мало того, что они позволяют оптимизировать управление сложной КФС без больших затрат, так и могут подстраиваться под различные условия динамической внешней среды. К методам ИИ относятся:

- Машинное обучение, разделяемое на обучение с подкреплением, контролируемое и неконтролируемое обучение (самообучение);
- Глубокое обучение;
- Генетические алгоритмы.

Машинное обучение является основным методом, применяемым для решения задач оптимизации управления КФС. Машинное обучение позволяет системам на основе обучения выполнять сложные задачи.

Обучение системы может происходить различными путями, один из них – обучение с подкреплением. Данные алгоритмы основаны на получении обратной связи, что позволяет адаптироваться к изменяющим условиям, что особенно актуально для динамической внешней среды. В частности, метод обучения с подкреплением позволяет автоматически принимать верные решения для максимизации общего вознаграждения, путем систематического тестирования различных вариантов действий в незнакомой среде [5].

Контролируемое обучение используется как в различных отдельных модулях КФС, так и в системе в целом. Данный алгоритм основан на принудительном обучении с помощью примеров «стимул-реакция». В качестве контролируемого может быть как автоматизированное устройство, так и человек-наблюдатель. Контролируемое обучение хорошо себя зарекомендовало, поскольку позволяет наблюдать не только за самой системой, но и за внешними факторами, которые на нее влияют. Кроме того, иногда большие КФС способны изменять некоторые внешние факторы, контролируемое обучение способно спрогнозировать и подобные изменения. Этот метод зарекомендовал уже себя для выявления кибератак в режиме реального времени [6].

Неконтролируемое обучение или самообучение также используется в различных модулях КФС, но не для систем в целом. Основным недостатком такого метода является то, что он пригоден для задач с конкретным описанием множества объектов. К сожалению для работы с КФС в условиях динамической внешней среды данный метод просто не подходит, поскольку внешних факторов может быть много, а влияние их по отдельности не велико, а совокупное может быть достаточно большим. Без «учителя» данное влияние трудно оценить самостоятельно.

Еще одним методом ИИ является глубокое обучение. На самом деле глубоким обучением называют совокупность методов машинного обучения, которые ис-

пользует нейронные сети для моделирования сложных систем. Существенным недостатком этого метода является неопределенность результата. Однако, несмотря на это, данный метод широко применяется в КФС и их модулях. Для того, чтобы контролировать неопределенность в КФС, можно ввести количественную неопределенности и по ней совершать прогнозы [7].

Генетические алгоритмы, использующие случайное скрещивание исходных данных и моделирования отбора лучших решений для последующих скрещиваний, нашли широкое применение в различных областях. В КФС применяется в различных модулях, таких как распределение ресурсов или планирование задач. Для сложных КФС почти не применяется, поскольку генетический алгоритм изначально представляет собой эвристический алгоритм поиска решения.

Выбор из рассмотренных методов и алгоритмов, позволяющих оптимизировать управление КФС, зависит от конкретной системы, является ли она изолированной, имеющихся данных о внешней среде и задач, ставящихся для системы. Чаще всего в больших КФС, которые имеют большое влияние динамической внешней среды, используется комбинация этих методов для достижения поставленных задач. Таким образом, к выбору методов оптимизации управления КФС в условиях динамической внешней среды необходимо относиться крайне серьезно, учитывая аспекты обработки в режиме реального времени и кибербезопасности.

Список литературы

1. Борзин Р. Ю., Рогожников Е. Д., Кравец А. Г. Разработка концептуальной модели системы сбора и анализа данных для киберфизической системы // Математические методы в технологиях и технике. 2023. № 9. С. 106–109. doi: 10.52348/2712-8873_ММТТ_2023_9_106
2. Award Abstract # 0703283. National Workshop on Cyber-Physical Systems. URL: https://www.nsf.gov/awardsearch/showAward?AWD_ID=0703283
3. Lin D., Liu Q., Li Z. [et al.]. Elaborate Reliability Evaluation of Cyber Physical Distribution Systems Considering Fault Location, Isolation and Supply Restoration Process // IEEE Access. 2020. Vol. 8. P. 128574–128590. doi: 10.1109/ACCESS.2020.3007477
4. Maccarone L. T., Cole D. G. Bayesian games for the cybersecurity of nuclear power plants // International Journal of Critical Infrastructure Protection. 2022. Vol. 37. P. 100493. doi: 10.1016/j.ijcip.2021.100493
5. Liu X., Xu H., Liao W. [et al.]. Reinforcement learning for cyber-physical systems // Proceedings – IEEE International Conference on Industrial Internet Cloud, IIC 2019. 2019. P. 318–327. doi: 10.1109/IIC.2019.00063
6. Mahmoud H., Wu W., Gaber M. M. A Time-Series Self-Supervised Learning Approach to Detection of Cyber-physical Attacks in Water Distribution Systems // Energies (Basel). 2022. Vol. 15. № 3. doi: 10.3390/en15030914
7. Catak F. O., Yue T., Ali S. Uncertainty-aware Prediction Validator in Deep Learning Models for Cyber-physical System Data // ACM Transactions on Software Engineering and Methodology. 2022. Vol. 31. № 4. doi: 10.1145/3527451

ПРОЦЕСС АВТОРИЗАЦИИ С ПОМОЩЬЮ JSON WEB TOKEN В ANDROID-ПРИЛОЖЕНИИ

Н. С. Сахно

Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

niksahn@gmail.com

Аннотация. Рассматривается применение JSON Web Token (JWT) для эффективной и безопасной авторизации в мобильных приложениях. Рассмотрены преимущества и недостатки данного метода. Проанализированы способы хранения и передачи токена в Android-приложении.

Ключевые слова: Android, JWT, токен, авторизация

AUTHORIZATION FLOW USING JSON WEB TOKEN IN ANDROID APPLICATION

N. S. Sakhno

Penza State University, Penza, Russia

niksahn@gmail.com

Abstract. This article introduces the use of JSON Web Token (JWT) for efficient and secure authorization in mobile applications. The article examined the advantages and disadvantages of this method. Methods for storing and transmitting a token in an Android application are analyzed.

Keywords: Android, JWT, token, authorization

JSON Web Token (JWT) – это открытый стандарт для создания токенов доступа, основанный на формате JSON. Как правило, используется для передачи данных для аутентификации в клиент-серверных приложениях. Токены создаются сервером, подписываются секретным ключом и передаются клиенту, который в дальнейшем использует данный токен для подтверждения подлинности аккаунта [1].

JWT просты в создании и использовании. Их легко генерировать и обрабатывать. Также JWT являются stateless, что означает, что каждый токен содержит всю необходимую информацию для проверки подлинности и нет необходимости хранить состояние на сервере, это упрощает горизонтальное масштабирование приложений. Однако даже если пользователь вышел из системы или потерял доступ, токен останется действительным до окончания его срока “жизни”.

Одним из преимуществ JWT является возможность передачи дополнительной информации, полезной для клиентского приложения, такой как разрешения пользователя, информация о роли и другие данные. Также, подпись JWT обеспечивает проверку целостности данных.

Значительным минусом является угроза безопасности при хранении на клиенте: поскольку токен хранится на клиентской стороне (например, в SharedPreferences, cookies), он уязвим для атак, таких как Cross-Site Scripting (XSS). Злоумышленник, получивший доступ к токenu, сможет получить доступ к аккаунту пользователя.

В отличие от стандартного метода авторизации сессиями с помощью JWT не нужно создавать записи на сервере, которые хранятся в памяти, то есть при большом количестве пользователей вероятность слишком высокой нагрузки на сервер снижается.



Рис. 1. Алгоритм авторизации пользователя в web-приложении

Алгоритм прохождения авторизации (рис. 1) в Android-приложении с использованием JWT выглядит следующим образом:

1. Заполнение формы аутентификации пользователем в приложении и запрос токена мобильным приложением.
2. Получение JWT (access token и refresh token) в случае успешной аутентификации.
3. Запись JWT в локальное хранилище данных.
4. Передача токена при запросе к серверу.
5. Получение результата от сервера.

В Android-приложении существует несколько способов хранения JWT. Каждый из них имеет свои особенности, и выбор зависит от требований проекта и уровня безопасности, который необходим.

Shared Preferences – это облегченное хранилище для различных данных конфигурации приложения, хранящихся в виде пар “ключ - значение”, токен может быть сохранен в него для быстрого доступа.

Токен возможно хранить и в файле внутренней памяти устройства. Этот способ наименее безопасен, так как все приложения на устройстве будут иметь доступ к данному файлу.

Использование базы данных (например, SQLite) для хранения токена намного более безопасно, но на создание базы данных тратится большое количество ресурсов, поэтому ее целесообразнее использовать для хранения больших объемов информации.

AccountManager – это системный сервис Android для управления учетными записями пользователей. Токен может быть ассоциирован с учетной записью и храниться в AccountManager. Доступ к данным, сохраненным в менеджере учетных записей, имеется у многих приложений, но получить его можно только после согласия пользователя. Этот способ является одним из самых безопасных и предпочтительных.

Для более высокого уровня безопасности можно использовать Android Keystore, он позволяет шифровать и хранить токен. Также Android предлагает EncryptedSharedPreferences, с помощью которого можно хранить зашифрованные данные в SharedPreferences.

На сервер для авторизации передается access token, обычно время его валидности составляет 40-60 минут. После истечения этого времени на сервер отсылается одноразовый refresh token, время валидности которого может быть больше одного месяца. В случае если refresh token тоже окажется не действителен пользователю придется заново пройти аутентификацию.

Существуют несколько способов передачи JWT на сервер в Android-приложении.

Токен может быть передан в качестве параметра запроса URL. Данный метод не является безопасным, так как URL может быть записан в различных журналах, включая историю браузера.

JWT можно включить в тело HTTP-запроса в виде параметра. Запрос может быть передан с использованием методов POST или PUT. Данный метод предпочтительнее первого, так JWT не будет сохранен в серверных журналах стандартным образом, в отличие от параметров URL.

Наиболее популярным является способ передачи JWT через HTTP заголовок Authorization. JWT, переданный таким образом, хорошо изолирован от других частей запроса и обычно не попадает в журналы сервера. Также передача JWT через HTTP заголовок обеспечивает защиту от атак типа XSS (Cross-Site Scripting).

Таким образом, на текущий день JWT является одним из наиболее предпочтительных методов авторизации для android-приложений.

Список литературы

1. JSON Web Token // Википедия – свободная энциклопедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/JSON_Web_Token (дата обращения: 05.10.2023).

УДК 004.6

ДАТАСЕТ КАК СПОСОБ ХРАНЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

К. Е. Следнева

*Омский государственный университет путей сообщения,
Омск, Россия*

kristina18122003@mail.ru

Аннотация. Актуальность исследования методов хранения, обработки данных в современном информационном обществе определяется их важной ролью.

В машинном обучении основой для анализа информации служит датасет, и правильный выбор метода его построения может значительно влиять на результаты, выводы исследования. Особое внимание уделяется необходимости развития навыков работы с датасетами (их составление), чтобы гарантировать надежность, достоверность данных.

Ключевые слова: датасет, информация, структура данных, машинное обучение

DATASET AS A WAY OF STORING AND PROCESSING DATA

K. E. Sledneva

Omsk State Transport University, Omsk, Russia

kristina18122003@mail.ru

Abstract. The relevance of the research of data storage and processing methods in the modern information society is determined by their important role. In machine learning, the dataset serves as the basis for information analysis, and the correct choice of the method of its construction can significantly influence the results and conclusions of the study. In this article, special attention is paid to the need to develop skills in working with datasets, including their compilation, in order to guarantee the reliability and reliability of data.

Keywords: dataset, information, data structure, machine learning

В современном мире, где количество доступной информации растет экспоненциально, датасеты становятся ключевым инструментом для обработки, хранения, анализа данных. Датасет – это набор данных, содержащий информацию об аспектах или объектах, в котором основными параметрами, оказывающими значительное влияние на работу, выступают размерность, разреженность, разрешение [1]. Применение датасета является необходимым компонентом во многих сферах и задачах, где требуется работа с данными, а именно [2]:

1. Анализ данных. Датасеты представляют основу для проведения различных аналитических методов, статистических моделей, помогающих выявить паттерны, тренды, корреляции в данных.

2. Прогноз и принятие решений. Датасеты используются для обучения моделей машинного обучения, нейросети на основе данных.

3. Оптимизация бизнес-процессов. Датасеты помогают проводить анализ эффективности бизнес-процессов, выявлять возможности для их оптимизации.

4. Научные исследования. Датасеты в науке позволяют изучать данные для подтверждения или опровержения гипотез, а также для нахождения новых тенденций.

5. Мониторинг и контроль. Датасеты служат инструментом для мониторинга, контроля различных явлений, где выступают основой для работы с данными, обеспечивая информированность, эффективность в принятии решений.

Особенность датасетов заключается в их способности хранить различные типы данных, включая текст, числа, изображения и многое другое. С научной точки зрения, выделяют три категории датасетов, каждая из которых зависит от конкретных потребностей, целей исследования, применения. К самому простому виду, где не прослеживается явная связь среди строк или столбцов, относится простая запись. В строках расположены объекты, а в колонках – признаки.

Индекс	Признак 1	Признак 2	Признак 3
А	Значение	Значение	Значение
В	Значение	Значение	Значение
С	Значение	Значение	Значение

Рис. 1. Пример представления датасета в виде простой записи

Графами, называют данные, имеющие определенную взаимосвязь между собой. Обычно представляются в виде схемы из объектов, соединенных стрелками. Граф бывает структурированный и неструктурированный.

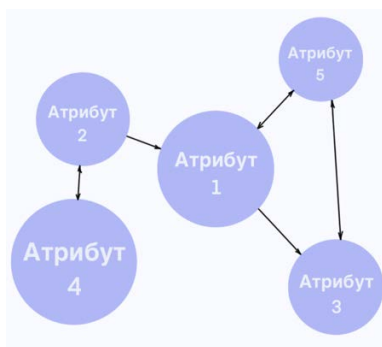


Рис. 2. Пример представления датасета в виде графа

Часть данных, упорядоченных в пространстве или во времени – упорядоченные записи. Здесь соотношение объектов не так важно, главное – какое конкретное место занимает объект в таблице с данными.

2	1	1	1	2
1	2	1	2	2
3	4	3	3	1
4	1	2	4	2
4	3	2	1	3

Рис. 3. Пример представления датасета в виде упорядоченной записи

Иметь качественный и полный датасет, а также умение его создавать является неотъемлемой составляющей данного процесса по нескольким причинам [3]. Во-первых, составление датасета позволяет собрать нужные данные для исследования или анализа. Во-вторых, выбор и сбор определенных переменных, разметка данных, подготовка входов и выходов модели, прямо влияют на качество модели, ее способность предсказывать, классифицировать данные. В-третьих, хорошо структурированный датасет обеспечивает надежность и достоверность анализа, что позволяет принимать обоснованные решения. Именно поэтому, перед началом создания датасета, стоит проработать важные моменты во избежание непредвиденных обстоятельств:

1. Цель исследования. Следует определиться для чего вам нужен датасет и какую именно проблему вы хотите решить с его помощью.

2. Переменные. Задайте переменные, которые будут содержаться в вашем датасете. Это может быть любая информация для решения задачи.

3. Источники данных. Определите, откуда вы будете получать данные. Будь то это базы данных, онлайн-сервисы, официальные данные, исследования.

4. Сбор данных. Соберите данные из выбранных источников.

5. Обработка данных. Обработайте сведения, чтобы они соответствовали вашим потребностям. Например, удаление неактуальных или неполных данных, преобразование их в нужный формат или объединение.

6. Разметка данных. Добавьте метки к переменным, чтобы облегчить их интерпретацию и использование при анализе данных.

7. Анализ данных. Используйте методы статического анализа, машинного обучения для исследования данных, получения ответов на вашу исходную проблему.

8. Документация данных. Создайте документацию, которая описывает содержимое датасета, структуру переменных, методы сбора, обработки данных, результаты анализа.

9. Проверка правильности данных и анализа. Убедитесь, что ваш датасет полон, достоверен, а ваш анализ верен и интерпретируется правильно.

10. Хранение и доступ. Сохраните и разместите ваш датасет в нужном формате, чтобы другие пользователи могли получить к нему доступ, использовать для своих нужд.

Определившись с целью, переменными, источниками данных, наконец, можно перейти к построению датасета. Стоит отметить, что при выборе метода следует учитывать характер задачи, доступность информации, ресурсы, ведь от качества и представительности данных зависит успешность алгоритма. Так, в настоящее время, существуют следующие методы:

1. Сбор данных из различных источников. Состоит в идентификации различных источников данных. Например, базы данных, веб-сервисы, API, файловые системы, открытые источники данных, другие системы. В зависимости от типа источника данных могут потребоваться различные методы сбора, такие как запросы SQL, использование API для получения информации или скачивание файлов с данными. Некоторые из них способны предоставить готовые выгрузки данных, в то время как другие – требуют программного взаимодействия. В процессе необходимо провести очистку данных, чтобы избежать ошибки, незаполненные значения, непригодные данные. Если данные собраны из различных источников, то надлежит найти общие переменные или ключи, которые позволят их соединить. Для этого используются соответствующие методы объединения данных. Такие как SQL JOIN, функции объединения в Python, другие методы программированию. И наконец, остается проверить качество данных, убедиться, что они соответствуют требованиям, ожиданиям.

2. Расширение существующих датасетов. Расширение датасетов происходит за счет использования существующих моделей для создания новых признаков. Здесь стоит обращать внимание на те алгоритмы, которые больше подходят для расширения имеющегося датасета.

3. Создание синтетических данных. Подразумевает использование методов для генерации данных, имитирующих реальные данные. Особенно в тех случаях, когда реальные данные недоступны или есть ограничение в их использовании. Некоторые из них включают генерацию случайных данных, моделирование на основе статистических распределений, использование генеративных моделей.

4. Объединение данных. Следует объединять данные из различных источников для получения полной, полезной информации. Благодаря чему они смогут усиливать друг друга, повышая точность прогнозов. Существует несколько типов операции объединения данных, такие как объединение по столбцам или строкам, объединение с использованием ключевых столбцов или индексов, а также внутреннее, внешнее, левостороннее и правостороннее объединение.

5. Преобразование данных. Полезно в том случае, если имеется набор соответствующих данных, но их необходимо перевести из одного формата в другой. Может включать в себя такие операции как фильтрация, агрегация, преобразование типов данных, создание новых переменных на основе существующих. Однако прежде, чем приступить к преобразованию, необходимо полностью понять исходные данные.

6. Очистка данных. Включает удаление ошибочных, несовершенных, некорректных данных из исходного датасета. Одной из первых задач при очистке данных является обнаружение отсутствующих значений, принятия решения о том, как с ними поступать. Именно они могут осязаемо снизить точность прогнозирования. В зависимости от контекста, объема отсутствующих данных, можно удалять строки и столбцы, заменять их средними значениями, использовать специальные методы как линейная интерполяция, предсказание. Особое внимание должно уделяться обработке выбросов – значений, которые значительно (больше или меньше) отклоняются от ожидаемого диапазона. Их причиной может быть ошибка измерений, реальное необычное изменение.

7. Масштабирование данных. Масштабируя данные возможно улучшить производительность алгоритмов машинного обучения, обеспечить одинаковую важность у разных признаков. Существует несколько видов масштабирования данных, таких как нормализация (от 0 до 1), стандартизация (среднее равно 0, стандартное отклонение равно 1). При масштабировании данных может возникнуть проблема с выбросами, исключениями. Например, если есть небольшое количество выбросов с очень большими значениями, они могут сильно повлиять на результат. В этом случае может быть рациональным удалить эти выбросы перед масштабированием или использовать более устойчивый метод, который сможет учитывать их. Некоторым алгоритмам машинного обучения требуются данные в определенном диапазоне, потому стоит проверять, что диапазон масштабирования соответствует требованиям алгоритма.

8. Разделение датасета на тренировочный, валидационный и тестовый. Обычно данные разделяются на три подмножества в соотношении 60–80 % для тренировочного, 10–20 % для валидационного, 10–20 % для тестового подмножества. Важно именно случайным образом распределять данные, особенно когда они имеют какую-то внутреннюю структуру. Если данные имеют дисбаланс классов, то необходимо учитывать это заранее. Иногда используется перекрестная проверка в сочетании с разделением на подмножества [4, 5].

В свете описанных факторов, видно, что датасеты продолжают играть ключевую роль в развитии машинного обучения, исследований в целом, ведь технологии не перестают развиваться, объем и разнообразие данных все больше увеличивается, создавая огромный потенциал для новых открытий [6, 7]. В целом, датасет – это не просто набор данных, но и ценный источник информации, для успешной работы с которым необходимо глубокое понимание предметной области, а также учет особенностей сбора, обработки информации, без которых возможны трудности в выборе подходящих стратегий, решений.

Список литературы

1. Датасет: виды, применение, набор лучших. URL: <https://gb.ru/blog/dataset/> (дата обращения: 16.08.2023).
2. Создаем первую модель машинного обучения // [https://academika.ru/course/inpsycho-modern psychology/?utm_source=media&utm_medium=banners&utm_campaign=all_all_media_banners_banners_header_all_all_skillbox](https://academika.ru/course/inpsycho-modern-psychology/?utm_source=media&utm_medium=banners&utm_campaign=all_all_media_banners_banners_header_all_all_skillbox): сайт. URL: https://skillbox.ru/media/code/sozdayem_pervuyu_model_mashinnogo_obucheniya_ispolzuem_colab_pandas_i_sklearn/ (дата обращения: 16.08.2023).
3. Датасет: почему аналитику данных не обойтись без этого инструмента. URL: <https://rsv.ru/blog/dataset-pochemu-analitiku-dannyh-ne-obojtis-bez-etogo-instrumenta/> (дата обращения: 16.08.2023).
4. Подготовка датасета для машинного обучения: 10 базовых способов совершенствования данных. URL: <https://vc.ru/u/79967-roman-kucev/535283-podgotovka-dataseta-dlya-mashinnogo-obucheniya-10-bazovyh-sposobov-sovershenstvovaniya-dannyh> (дата обращения: 16.08.2023).
5. О важности датасета и о том, как сделать его лучше. URL: <https://vc.ru/ml/464790-o-vazhnosti-dataseta-i-o-tom-kak-sdelat-ego-luchshe-nash-opyt?writing=464790> (дата обращения: 16.08.2023).
6. Для чего аналитику данных датасет и где его взять. URL: <https://practicum.yandex.ru/blog/dataset-dlya-mashinnogo-obucheniya-i-analiza/> (дата обращения: 16.08.2023).
7. Лучшие датасеты для машинного обучения и анализа данных. URL: <https://tproger.ru/translations/the-best-datasets-for-machine-learning-and-data-science> (дата обращения: 16.08.2023).

УДК 004.4

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ГИТАРИСТА

А. А. Трошин¹, А. С. Бождай²

^{1,2}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹alexander.troshin.01@mail.ru

²bozhday@yandex.ru

Аннотация. Рассматриваются вопросы проектирования программной системы информационной поддержки гитариста для мобильных устройств под управлением ОС Android. Произведен анализ существующих аналогов. Представлены основные функции приложения. Рассмотрены способы записи звука с микрофона мобильного устройства.

Ключевые слова: проектирование программного обеспечения, считывание звука с микрофона, мобильные приложения, Android

DEVELOPMENT OF A MOBILE APPLICATION FOR INFORMATION SUPPORT OF A GUITARIST

A. A. Troshin¹, A. S. Bozhday²

^{1,2}Penza State University, Penza, Russia

¹alexander.troshin.01@mail.ru

²bozhday@yandex.ru

Abstract. The issues of designing a guitarist information support software system for mobile devices running Android OS are considered. An analysis of existing analogues was carried out. The main functions of the application are presented. Methods for recording sound from a mobile device microphone are considered.

Keywords: software design, microphone audio capture, mobile applications, Android

Введение

В современном мире стало намного легче получить доступ к любой информации. А ведь 20 лет назад людям было сложно самостоятельно научиться играть на гитаре так, как не было пособий, содержащих в себе всю нужную информацию, а только отрывки. Поэтому мобильное приложение [2] для информационной поддержки гитариста является хорошим учителем новичкам, а также помощником умелым музыкантам. Новички смогут пройти курс уроков для получения и улучшения навыков игры на гитаре, а опытные гитаристы получают возможность с легкостью настроить гитару в выбранную им тональность или посмотреть неизвестный ему аккорд по справочнику. Также в приложении есть база данных, в которой множество песен с расставленными аккордами, что сильно сократит время на поиск и изучение любимых композиций.

Способы записи звука для мобильного приложения

Существует несколько методов записи звука, которые можно использовать в разработке приложения. Вот некоторые из них:

1. Запись с помощью встроенного в устройство микрофона. Способ записи, который не требует дополнительных устройств. В этом его простота и доступность, но и его минус так, как все зависит от качества данного микрофона [4].

2. Подключение внешнего микрофона. Способ записи, в котором для улучшения качества звука подключают внешний микрофон. Внешние микрофоны, которые можно подключить к устройству, различаются по типу разъема: USB, Lightning (для Apple устройств), а также USB-C [3].

3. Аудиоинтерфейс (внешняя звуковая карта). Способ записи, который позволяет подключить гитару или другой инструмент непосредственно к мобильному устройству, и тем самым обеспечивает более качественную и точную запись звука. Подключение к устройству обычно проходит через разъемы Lightning или USB-C и у них могут присутствовать различные аналоговые и цифровые Input и Output разъемы [1].

Существующие аналоги

1. Ultimate Guitar – является одним из популярных приложений для гитаристов. Здесь можно встретить большое кол-во текстов песен и нотных листов для игры на гитаре. Помимо этого, в приложение есть настройщик гитары по звучанию [7].

2. GuitarTuna – это приложение узкоспециализировано, оно только для настройки гитары, также есть ряд дополнительных функций для гитаристов. В нем есть интерактивная часть, обучающая режим с аккордами и шкалами [6].

3. Yousician – приложение для обучения музыкантов, где среди перечня инструментов выделено место и для гитары. Оно выполнено, как пошаговая игра для обучения своих навыков игры. Есть собственная библиотека, в которой есть возможность записать свой текущий уровень игры для дальнейшего самоанализа. Есть режим параллельной игры в реальном времени для улучшения чувства ритма [8].

4. Fender Play – универсальное приложение, подходит как для начинающих, так и профессионалам. Есть большая база данных с песнями, аккордами и тренировочными упражнениями [5].

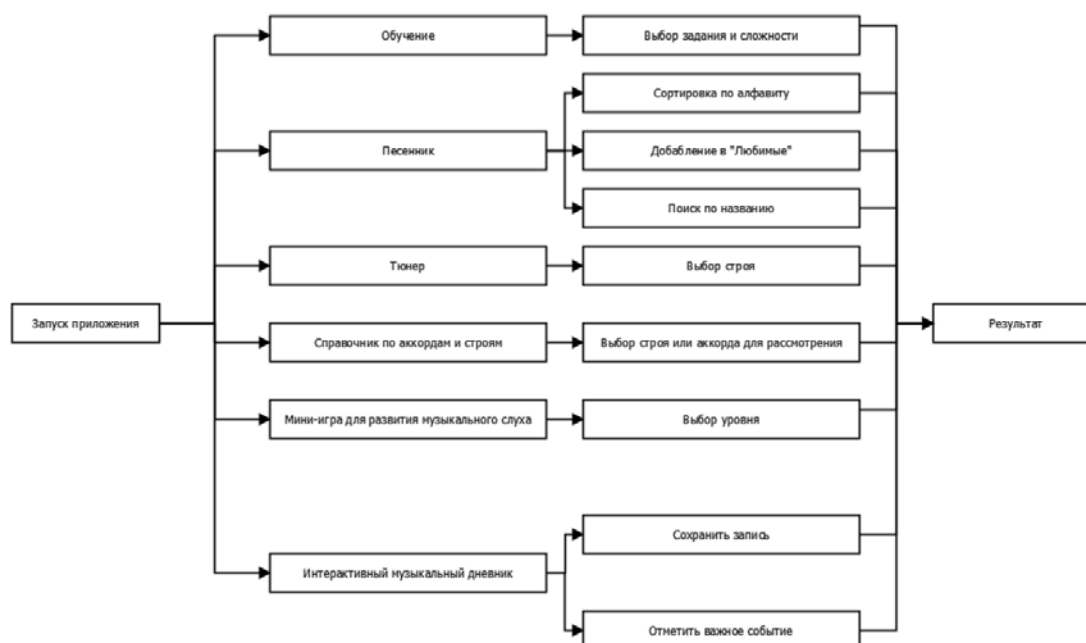


Рис. 1. Структура приложения

Основные функции мобильного приложения для информационной поддержки гитариста

1. Реализация уровней с возрастающей сложностью:
 - Пользователь может выбрать уровень, соответствующий его навыкам.
2. Песенник:
 - В песеннике по стандарту песни, отсортированы по алфавиту.
 - Пользователь может также добавлять песни в раздел «Любимые», чтобы быстро находить их в будущем.
 - Реализован поиск композиции по исполнителю или названию для быстрого доступа к нужным песням.
3. Тюнер:
 - На экране отображается частота и название ноты.
 - Пользователь настраивает каждую струну, следуя инструкциям и советам, которые отображаются на экране.
4. Справочник по аккордам и строям:
 - В разделе «Справочник» пользователь может найти информацию о различных аккордах и строях.

- Пользователь может выбрать аккорд или строй из списка или использовать поиск.
- Для каждого аккорда представлена диаграмма с позициями пальцев на грифе гитары и аудио-примеры для настройки интонации.
- 5. Мини-игра для развития музыкального слуха:
 - Пользователю будут играть ноты или аккорды с небольшим промежутком времени, и он должен будет назвать их.
 - Уровень сложности будет увеличиваться по мере прохождения игроком уровней.
- 6. Интерактивный музыкальный дневник:
 - У приложения будет функция «Музыкальный дневник», где пользователь может записывать свой прогресс игры, сохранять и оценивать свои композиции и идеи.
 - В дневнике также можно отмечать важные события и достижения в учебе и игре на гитаре.

Таким образом, мобильное приложение предоставляет всестороннюю информационную поддержку гитаристам со встроенными функциями для обучения, настройки, игры и развития их навыков.

Заключение

В данной работе рассмотрены вопросы разработки мобильного приложения для информационной поддержки гитариста. Уделено внимание следующим аспектам:

1. Организация информационного контента. Разработана структура, обеспечивающая быстрый поиск информации (аккорды, табулатуры, уроки и техники игры).
2. Ориентация на пользователей с различными уровнями владения инструментом. Кроме того, пользователи могут настраивать приложение в соответствии с их предпочтениями и потребностями. Пользователю предоставлены также ряд полезных вспомогательных функций – метроном, тюнер, возможность сохранения истории действий.
3. Возможность регулярного обновления контента системы.

Таким образом, предлагается мощный инструмент для гитаристов, который поможет им в их музыкальном развитии. За счет современного дизайна, интуитивно понятного пользовательского интерфейса и богатого контента, приложение способствует обучению и вдохновению гитаристов всех уровней навыков.

Список литературы

1. Аудиоинтерфейс. URL: <https://emastered.com/ru/blog/what-is-an-audio-interface> (дата обращения: 09.10.2023).
2. Куприянов Д. А. Основы разработки мобильных приложений для iOS и Android : учеб. пособие. 2019. М. : БХВ-Петербург.
3. Запись с внешнего микрофона. URL: <https://itigic.com/ru/record-with-an-external-microphone-on-mobile/> (дата обращения: 09.10.2023).
4. Запись со встроенного микрофона. URL: <https://habr.com/ru/companies/vk/articles/581626/> (дата обращения: 09.10.2023).
5. FenderPlay. URL: <https://www.fender.com/play> (дата обращения: 09.10.2023).
6. GuitarTuna. URL: <https://guitar-tuna.softonic.ru/> (дата обращения: 09.10.2023).
7. Ultimateguitar. URL: <https://habr.com/ru/articles/596881/> (дата обращения: 09.10.2023).
8. Yousician. URL: <https://yousician.com/ru/> (дата обращения: 09.10.2023).

АЛГОРИТМ РАСПОЗНАВАНИЯ МУЗЫКАЛЬНЫХ ПРОИЗВЕДЕНИЙ

И. П. Бурукина¹, М. А. Финаев², А. М. Селиверстова³

^{1,2}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

³Классическая гимназия № 1 им. В. Г. Белинского, Пенза, Россия

¹burukinairina@gmail.com

²Phinaev@mail.ru

Аннотация. Рассматривается вопрос распознавания музыкальных произведений с целью установления авторства. Предлагается алгоритм распознавания, основанный на сравнении отрывка неизвестного музыкального произведения с цифровыми отпечатками из базы данных.

Ключевые слова: алгоритм, распознавание, база данных, сравнение

MUSIC RECOGNITION ALGORITHM

I. P. Burukina¹, M. A. Finaev², A. M. Seliverstova³

^{1,2}Penza State University, Penza, Russia

³Classical gymnasium No. 1 named after V. G. Belinsky, Penza, Russia

¹burukinairina@gmail.com

²Phinaev@mail.ru

Abstract. The article discusses the issue of recognizing musical works in order to establish authorship. A recognition algorithm is proposed based on comparing a passage of an unknown piece of music with digital fingerprints from a database.

Keywords: algorithm, recognition, database, comparison

В настоящее время актуальными являются вопросы о защите от неправомерного заимствования музыки, ее художественных и технических приемов и распространения оригинальных музыкальных произведений без согласия автора. У каждой музыкальной композиции существует автор, который обладает на нее авторским правом. Авторское право – это право собственности на произведение искусства. Оно принадлежит отдельно автору слов и отдельно автору музыки. Благодаря институту авторского права регулируются отношения, возникающие в связи с созданием, записью и использованием (редактированием, исполнением, распространением) музыкальных произведений.

Нарушения авторских прав в области музыкальных произведений совершаются чаще всего. В первом случае происходит намеренное копирование мелодии или слов, и это является плагиатом. Во втором случае имеет место нелегальное копирование и распространение копий музыкальных композиций («пиратство»).

Аудиопиратство на данный момент осуществляется чаще всего через глобальную сеть Интернет, поэтому актуальной является задача автоматического распознавания музыкальных произведений [1–3].

По итогам проведенных исследований [4–8] создана система распознавания музыкальных произведений, в основе которой лежат алгоритм, позволяющий выделять наиболее характерные признаки музыкальных композиций и формировать цифровой отпечаток, и алгоритм распознавания, основанный на первом алгоритме.

Система позволяет: загружать файл формата mp3, предварительно обрабатывать файл с музыкальным произведением, извлекать характерные признаки музыкальных композиций для формирования цифровых отпечатков, обеспечивать заполнение базы данных цифровыми отпечатками эталонных музыкальных произведений, производить сравнение загруженного файла, содержащего отрывок неизвестного музыкального произведения, с цифровыми отпечатками из базы данных и демонстрировать результат сравнения путем вывода названия музыкальной композиции, с которой произошло наибольшее совпадение.

Алгоритм, позволяющий выделять наиболее характерные признаки музыкальных композиций и формировать цифровой отпечаток, содержит следующие этапы:

1. На вход алгоритм принимает файл формата mp3 и получает его спектрограмму с помощью быстрого преобразования Фурье, которое применяется к скользящему окну размерностью 4096 отсчетов.

2. Далее осуществляется поиск пиков по амплитуде (рис. 1). Амплитудные пики были выбраны в качестве признаков для формирования отпечатка музыкальной композиции, потому что большая их часть сможет пережить зашумление музыкальной композиции. За пик берется пара (время, частота), соответствующая значению амплитуды, которое является наибольшим в локальной окрестности вокруг него. Другие (временные, частотные) пары вокруг него имеют меньшую амплитуду и, следовательно, с меньшей вероятностью выдержат шум. Как только извлекли эти устойчивые к шуму пики, нашли интересующие моменты в музыкальной композиции, которые ее идентифицируют.

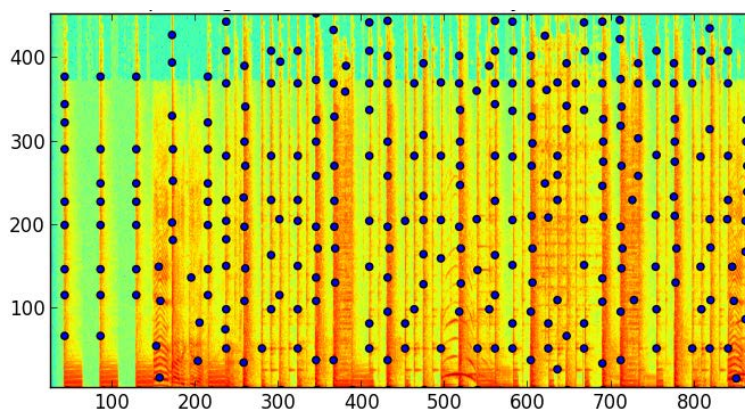


Рис. 1. Пики спектрограммы

Но этим шагом мы существенно сократили информацию о музыкальной композиции. Пики, найденные в одном файле, могут и будут пересекаться с пиками, извлеченными из других файлов, так как разные музыкальные композиции могут иметь одинаковые пики.

3. Следующим этапом является формирование хэшей из пар частот пиков (рис. 2) и разницы во времени между пиками с помощью хеш-функции sha-1.

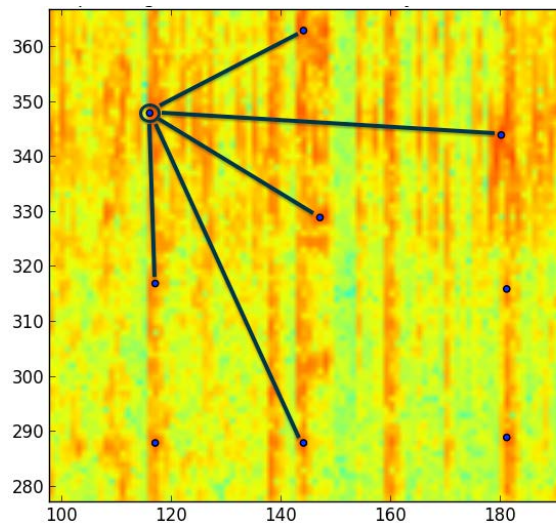


Рис. 2. Пары пиков

Каждый пик по очереди становится опорным и для него формируются пары с 15 соседними пиками.

Таким образом, принимая во внимание значения более одного пика, мы получаем набор данных, определяющий музыкальную композицию, который имеет большую уникальность и, следовательно, содержит больше информации. Такой набор данных является более мощным идентификатором музыкальных композиций чем просто пики амплитуд. Этот шаг позволит при распознавании получать наиболее точные результаты.

4. Затем каждому хешу ставится в соответствие смещение опорного пика от начала музыкальной композиции и на выходе алгоритма получается список кортежей (хеш, смещение по времени).

Этапы работы алгоритма распознавания музыкальных композиций:

1. На вход алгоритм принимает файл формата mp3, и применяет алгоритм формирования отпечатков музыкальных файлов для получения такого отпечатка.

2. Далее осуществляется поиск по хешам и смещению. Алгоритм поиска требует предположения, что в распознаваемом файле музыкальная композиция воспроизводится с той же скоростью, с которой она была занесена в базу данных.

Хеши, извлекаемые из музыкального файла, который нужно распознать будут иметь смещение относительно начала этого файла, а в базе будет лежать абсолютное смещение хеша. Относительные хеши из файла, который нужно распознать, и абсолютные хеши из базы данных будут совпадать лишь в том случае, если сам файл для распознавания будет содержать фрагмент из начала музыкальной композиции. В случае, когда фрагмент в файле будет взят не из начала музыкальной композиции, смещения будут разными. Но опираясь на вышеупомянутое предположение, можно утверждать, что все относительные хеши из файла для распознавания будут находиться на одинаковом расстоянии относительно абсолютных хешей из базы данных для совпадающей композиции.

Основываясь на этом, для каждого совпадения хешей вычисляется разница между смещениями распознаваемого файла и смещениями из базы данных для каждой композиции:

$$D = X - x^*(34),$$

где X – это смещение эталонной музыкальной композиции из базы, x – это смещение распознаваемого файла.

В результате этого действия мы получим список кортежей (совпадающий хеш, разница между смещениями).

3. Затем вычисляется наибольшее количество совпадающих хешей, имеющих одинаковую разницу между смещениями по времени, для каждой композиции.

4. Далее среди этих наибольших чисел, найденных для каждой композиции, выбирается максимальное. Оно и будет идентифицировать музыкальную композицию, с которой произошло наибольшее совпадение.

5. Далее происходит проверка полученного числа. Для установления факта совпадения было определено пороговое значение, при превышении которого можно утверждать, что удалось распознать композицию. Если полученное максимальное число совпавших хешей с одинаковой разницей между смещениями будет меньше, чем количество хешей, которое мы получили при формировании цифрового отпечатка из загруженного файла, умноженное на 0.2, то будет считаться, что совпадение не произошло и композиция не была найдена.

На выходе алгоритм возвращает название композиции, с которой произошло совпадение, или пустое значение, если совпадение не было найдено.

Дальнейшее развитие системы возможно путем добавления функционала для оценки качества распознавания музыкального произведения.

Усовершенствование представленного программного средства возможно с целью перехода на использование вейвлет функций и нейронных сетей [9–11]. Все это позволит повысить производительность, точность распознавания, размер словаря эталонных произведений и получить ряд других преимуществ в задачах распознавания музыкальных произведений.

Список литературы

1. Козлова О. А., Козлова Л. П. Особенности задач распознавания звука // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. СПб., 2020. Т. 1. С. 185–187.

2. Фадеев А. С., Заикин И. А., Кочегурова Е. А. Формирование базисного вейвлета в задачах анализа музыкальной информации // Молодежь и современные информационные технологии : сб. тр. V Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых / под ред. А. И. Кочегурова [и др.]. Томск, 2007. С. 179–181.

3. Бендат Дж., Пирсол А. Применения корреляционного и спектрального анализа. М. : Мир, 1983. 312 с.

4. Коробова Л. А., Курченкова Т. В., Матыцина И. А. Программная реализация нечеткой модели распознавания звуковых сигналов // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Математика. Физика. 2016. № 13 (234). С. 174–178.

5. Сидоров Г. В., Бурукина И. П. Обзор современных программ для распознавания музыки // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. ст. по материалам VIII Всерос. межвуз. науч.-практ. конф. (Пенза, 17 марта 2021 г.). Пенза : ПГУ, 2021. С. 211–214. EDN: QKGAYM

6. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. 2-е изд. М. : Вильямс, 2006. 1104 с.

7. Станкевич Ф. В., Спицын В. Г. Нейросетевое распознавание музыкальных инструментов с использованием мелкочастотных кепстральных коэффициентов // Фундаментальные исследования. 2014. № 12-1. С. 51–56.

8. Тимонин А. Ю. Устройство распределенной вычислительной среды для выполнения задач DATA SCIENCE // Новые информационные технологии и си-

стемы : сб. науч. ст. XVIII Междунар. науч.-техн. конф. (г. Пенза, 24–26 ноября 2021 г.). Пенза : Изд-во ПГУ, 2021. С. 155–159.

9. Круглов В. В., Борисов В. В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. 2-е изд., стереотип. М. : Горячая линия-Телеком, 2002. 382 с.

10. Нагорнов О. В., Никитаев В. Г., Простокишин В. М. Вейвлет-анализ в примерах. М. : НИЯУ МИФИ, 2010. 120 с.

11. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019661792 Российская Федерация. Анализ речевого сигнала на основе вейвлет преобразования / Никонов А. С., Бурукина И. П. № 2019660780 ; заявл. 04.09.2019 ; опубл. 09.09.2019 ; заявитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный университет».

УДК 004.4

ОСОЗНАННОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ЖИЗНИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

И. А. Чапаев¹, А. Н. Дюжева², И. Ю. Балашова³

^{1,2,3}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹chapaev.ilya@yandex.ru,

²anyutka.dyuzheva@mail.ru,

³irs-80@mail.ru

Аннотация. Определены составляющие осознанного планирования жизни. Проведено сравнение известных программных средств для планирования деятельности. Описано разрабатываемое приложение, которое включает необходимый функционал для ведения осознанного планирования жизни на внешних носителях.

Ключевые слова: осознанность, планирование жизни, программные средства

CONSCIOUS LIFE PLANNING USING SPECIALIZED SOFTWARE

I. A. Chapaev¹, A. N. Dyuzheva², I. Y. Balashova³

^{1,2,3}Penza State University, Penza, Russia

¹chapaev.ilya@yandex.ru,

²anyutka.dyuzheva@mail.ru,

³irs-80@mail.ru

Abstract. The components of conscious life planning are defined. A comparison of well-known software tools for planning activities is carried out. The developed application is described, which includes the necessary functionality for conducting conscious life planning on external media.

Keywords: awareness, life planning, software tools

Планирование является одной из главных составляющих успешного выполнения любой деятельности. Отсутствие планирования ведет к хаотичной, несфокусированной на цели деятельности, а также к растягиванию выполнения задач на неопределенное время.

Ускорение темпа жизни современного человека приводит к необходимости осознанного планирования жизни. Осознанное планирование включает продуманный выбор целей, определенных личностными приоритетами, внешней ситуацией, и ориентированных на достижение желаемых результатов. Осознанное планирование направлено на то, чтобы как можно быстрее достичь поставленного результата. Ведь если человек знает, сколько времени он тратит на определенные задачи и сферы жизни, то он может с легкостью управлять этим ресурсом [1].

Помимо работы и карьеры, осознанное планирование включает в себя такие аспекты, как планирование физической активности, питания, сна, учет и анализ эмоционального состояния. Невозможно эффективно выполнять задачи, забыв о биологических и психологических потребностях человека. Осознанное планирование жизни помогает людям сохранять баланс между работой, личным временем и саморазвитием, а также способствует повышению производительности и достижению личных и карьерных целей.

Важной составляющей грамотного планирования и учета физических показателей является ведение записей на внешнем носителе. Это позволяет сохранить полноту информации по намеченным планам, затраченному времени и физическим показателям, а также разгрузить память человека для сохранения ее ресурсов при решении насущных задач. Для обеспечения удобного хранения и создания возможности проведения автоматизированного анализа наиболее полно подходит запись в соответствующие программные средства [2].

Таким образом, осознанное планирование жизнедеятельности человека с использованием программных средств должно решать следующие задачи:

1. Обеспечение постановки задач, с возможностью их группировки по направлению деятельности.
2. Рациональное распределение и контроль времени для успешного выполнения поставленных задач.
3. Планирование и учет удовлетворения биологических и психологических потребностей.
4. Составление и отображение плана за произвольный период времени.
5. Закрепление полезных привычек для создания и поддержания желаемого образа жизни.

Проведено исследование популярных программных средств, позволяющих решать задачи планирования деятельности. Основные функции рассмотренных приложений представлены в табл. 1. Семантическая характеристика представлена с помощью условных обозначений:

- "+" – функционал доступен в бесплатной версии;
- "*" – функционал доступен только по подписке;
- "–" – функционал не доступен.

Сравнительная таблица средств планирования

Функции	Evernote	Trello	Todoist	Toggl track
Добавление задач	+	+	+	*
Контроль времени выполнения задач	–	–	*	+
Распределение задач по сферам жизни, направлениям деятельности	+	-	+	+
Составления плана распределения времени на период времени (неделя, месяц)	+	+	+	–
Сравнение планового и фактического времени выполнения деятельности	–	–	–	–
Контроль питания	–	–	–	–
Контроль физической активности	–	–	–	–
Контроль эмоционального состояния	–	–	–	–
Контроль режима сна	–	–	–	–
Контроль выработки полезных привычек	–	–	*	–

Помимо вышеперечисленных приложений исследованы и другие аналоги, однако большинство из них обладают таким же функционалом или же имеют ряд существенных недостатков, таких как, например, неудобный интерфейс для пользователя.

Таким образом, в процессе исследования существующих аналогов выявлены их недостатки, совокупность которых не позволяет в полной мере применить данные программные средства для осознанного планирования жизни, что обуславливает потребность в разработке нового программного средства. В настоящее время ведется разработка нового программного продукта, функционал которого позволит осуществлять осознанное планирование жизни. Данный продукт будет включать следующие функции:

1. Планирование задач в иерархической структуре: сфера жизни, направление, проект, задача. Такой подход позволяет структурно распределять планируемую деятельность и показывать связи между каждой ее составляющей.
2. Планирование задач на определенный момент времени.
3. Планирование и анализ затраченного на деятельность времени. Для этого предусмотрена разработка двух календарей: один показывает планируемое время, другой – реально затраченное.
4. Учет питания. Пользователи смогут вести учет своего питания, включая расчет БЖУ для съеденных блюд, а также получать рекомендации о том, каких нутриентов не хватает для поддержания здорового образа жизни.
5. Учет физической активности. Приложение будет позволять вести учет времени, затраченного пользователем по задачам, связанным с направлением спорт.
6. Учет режима сна. Приложение также позволять планировать и анализировать время, затраченное на сон.
7. Контроль эмоционального состояния. Пользователи каждый день смогут проходить небольшие психологические тесты, которые будут давать характеристику эмоционального состояния.
8. Контроль выработки полезных привычек. Приложение будет отслеживать регулярность выполнения действия, рекомендуя соблюдать ее в течение не менее 21 дня [3]. Полезность обусловлена закреплением привычки и введения ее в образ жизни.

9. Формирование отчетов. Приложение будет позволять формировать отчет за период по затраченному времени по каждому направлению жизни, а также результатам закрытия физических показателей. Пользователь сможет наглядно увидеть недостатки своего планирования, чтобы после осознанно принять решение, что ему стоит изменить в своем плане.

Диаграмма вариантов использования, отражающая функции программного средства для осознанного планирования жизни, представлена на рис. 1.

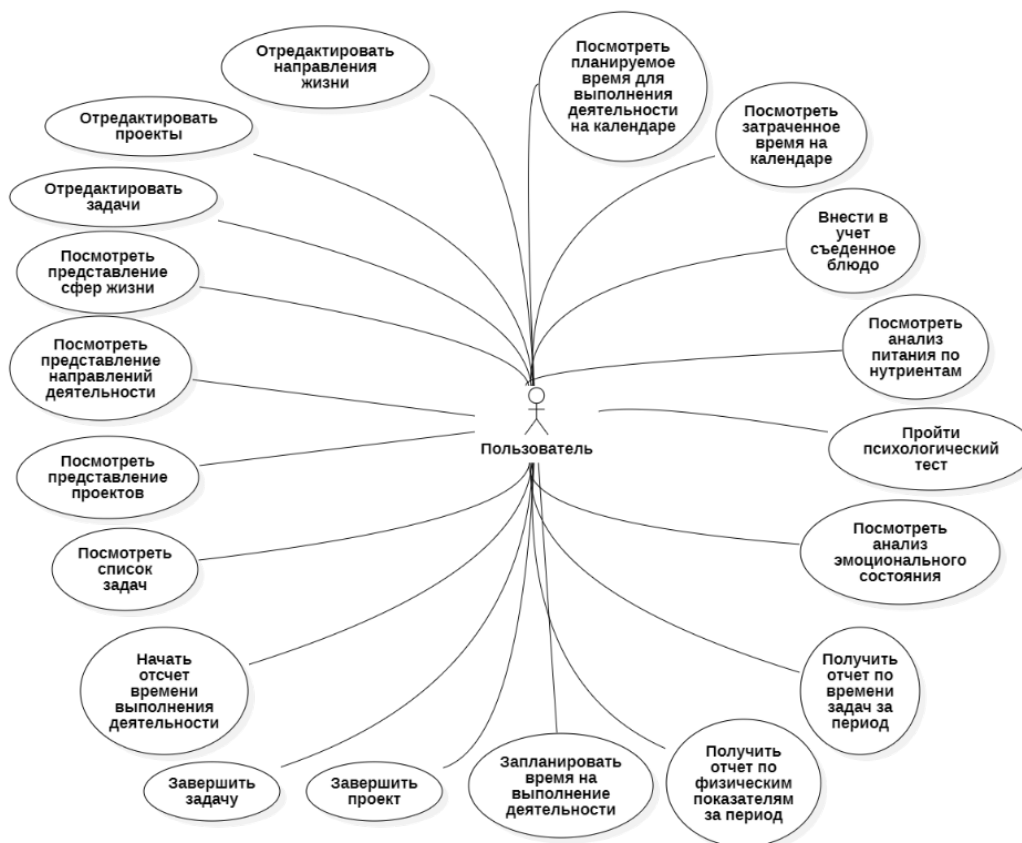


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования

Осознанное планирование жизни с использованием специализированных программных средств имеет большую актуальность в современной высокотемповой жизни. Имеющиеся программные средства для планирования задач уже существуют на рынке, но их функционал не позволяет учесть важные аспекты жизни. Разработка нового продукта, о котором идет речь в данной статье, позволит пользователям более эффективно, а главное осознанно, планировать свою жизнь, затрагивая все ее аспекты, что будет способствовать достижению поставленных пользователем целей и задач.

Список литературы

1. Калинин С. И. Тайм-менеджмент. Практикум по управлению временем. СПб. : Речь, 2006. 373 с.
2. Аллен Д. Как привести дела в порядок. Искусство продуктивности без стресса. М. : Манн, Иванов и Фербер, 2016. 430 с.
3. Смоерс Д. Привычка за 21 день: как изменить свою жизнь. М. : АСТ, 2020. 140 с.

**РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ДОЛГОВРЕМЕННОГО ЭЛЕКТРОННОГО АРХИВА
НА ОПТИЧЕСКИХ ДИСКАХ ДЛЯ НЕБОЛЬШОЙ ОРГАНИЗАЦИИ
НА ПРИМЕРЕ АРХИВА ДЛЯ МУЗЕЯ ИСТОРИИ ДЕТСКОГО ДВИЖЕНИЯ**

A. V. Chernyshov

*Мытищинский филиал Московского государственного технического
университета им. Н. Э. Баумана (национального исследовательского
университета), Мытищи, Россия*

sch-ru@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрен пример расчета параметров долговременного электронного архива на оптических дисках Музея истории детского движения (Москва) как типичного представителя небольшой организации с ограниченным финансированием. Обоснован выбор структур, в которые необходимо объединить оптические диски с тем, чтобы получить максимально возможный объем архива при минимальной вероятности потери информации в архиве. Определены максимально возможный объем архива и время его заполнения. Определены количество дисков, которые необходимо приобретать ежегодно для поддержания целостности архива.

Ключевые слова: электронный архив длительного хранения, оптические диски однократной записи, обоснование параметров архива

**CALCULATION OF PARAMETERS OF A LONG-TERM ELECTRONIC
ARCHIVE ON OPTICAL DISKS FOR A SMALL ORGANIZATION USING
THE EXAMPLE OF AN ARCHIVE FOR A MUSEUM OF THE HISTORY
OF THE CHILDREN'S MOVEMENT**

A. V. Chernyshov

*Mytishchi Branch of Bauman Moscow State Technical University,
Mytishchi, Russia*

sch-ru@yandex.ru

Abstract. An example of calculating the parameters of a long-term electronic archive on optical disks of the Museum of the History of the Children's Movement (Moscow) is considered as a typical representative of a small organization with limited funding. The choice of the structures into which optical disks should be combined in order to obtain the maximum possible archive volume with a minimum probability of loss of information in the archive is justified. The maximum possible volume of the archive and the time of its filling have been determined. The number of disks that must be purchased annually to maintain the integrity of the archive has been determined.

Keywords: long-term storage of electronic information, write only read many (WORM) optical discs, justification of archive parameters

Музей истории детского движения (МИДД) является подразделением ФГБПОУ «Воробьевы горы» города Москвы (бывший Дворец пионеров и школьников на Ленинских горах). В настоящее время его фонды насчитывают десятки тысяч единиц хранения, среди которых присутствует в том числе большое количество документов, подлежащих оцифровке. Это фотографии, негативы, альбомы, пионерские рапорты, кино и аудио документы и многое другое [1].

Музей является типичным представителем небольшой организации, которой необходим собственный локальный архив долговременного хранения электронной информации – количество штатных сотрудников, непосредственно работающих с фондами, составляет 5 человек, а объем финансирования его деятельности (не считая зарплаты сотрудников) очень сильно ограничен.

Для хранения оцифрованных материалов в музее создан локальный серверный узел, включающий массив жестких дисков общей емкостью 8 Тбайт. К настоящему моменту он близок к заполнению. И дальнейшее его увеличение представляется технически необоснованным, поскольку такой массив хорошо играет роль места для предварительного накопления архивных данных, а также места для хранения метаинформации, позволяющей выполнять поиск информации в архиве. Но для длительного хранения большого объема редко запрашиваемой информации (предполагаемая емкость архива оценивается в несколько десятков терабайт) необходимо менее дорогостоящее решение.

Долговременный архив на однократно записываемых оптических дисках видится очень хорошим решением, тем более, что такой подход соответствует рекомендациям действующих стандартов [2].

Сразу необходимо указать, что музей не обладает большим финансированием, что исключает применение промышленных решений типа роботизированных библиотек оптических дисков. Поэтому для создания архива рассматривается только вариант манипулирования оптическими дисками вручную одним администратором с применением минимально возможного состава аппаратных средств. Иными словами, предполагается использование одного оптического привода, подключаемого к серверу. Такой вариант возможен еще и потому, что поток пользователей, которым необходим доступ к фондам музея, включая как сотрудников, так и сторонних посетителей, весьма невелик.

В связи с этим возможными вариантами структур, в которые могут быть организованы оптические диски, являются:

- одиночные диски с несколькими запасными копиями (обозначим этот вариант как R1);
- гибридные группы дисков на основе массивов RAID-15 или RAID-16 (обозначим их соответственно как G15, G16).

Необходимо сделать выбор в пользу конкретной структуры и обосновать параметры создаваемого архива.

Для проведения расчетов использовалась программа [3].

На основании предыдущих лет заполнения серверов МИДД можно сделать вывод, что в год потенциально может поступать в архив более 2 Тбайт информации, и эта скорость существенно ограничена не возможностями аппаратуры, а способностью персонала выполнять описание этой информации в базе данных.

Поскольку укладывать в архив вообще не описанную информацию в данном случае бессмысленно (необходимо обеспечить хотя бы минимальную возможность

поиска), реальный объем записываемой в архив информации в год ориентировочно может составлять порядка 500 Гбайт.

В любом случае объем поступающей информации делает оправданным использование дисков BD-R с емкостью 25 Гбайт. Диски BD-R DL (емкостью 50 Гбайт) в пересчете на стоимость хранения единицы информации и с учетом вероятности потери информации будут обходиться дороже.

При выполнении расчетов будем в структурах G15, G16 рассматривать массивы RAID только с минимальной вероятностью потери информации, то есть с минимально возможным количеством дисков (для RAID-15 это 3 диска, из которых условно 2 диска несут полезную информацию; для RAID-16 это 4 диска, из которых условно 2 диска несут полезную информацию).

Будем считать, что архив создается и обслуживается силами одного системного администратора, работающего на полставки (его суммарное рабочее время примерно равно 62570 минут в год).

Будем без обсуждения использовать следующие исходные данные:

- вероятность потери информации на диске в процессе хранения $q = 0,02$;
- вероятность обнаружения брака диска в момент записи $qw = 0,08$;
- вероятность деградации диска без потери информации в процессе хранения $qd = 0,13$.

В результате расчетов получим следующие результаты (табл. 1).

Таблица 1

Параметр	R1	G15	G16
n , шт.	5	4	3
W_{max} , Гб	14150	12875	14150
N , шт.	2830	2837	2838
$N(t)$, шт.	400	402	402
t_f , лет	32	29	32
Q	$1,8 \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{-8}$	$1,8 \cdot 10^{-8}$

В таблице n – количество запасных копий; Q – вероятность потери хотя бы части информации во всем архиве; W_{max} – максимальная достижимая емкость архива; N — количество дисков в архиве при его полном заполнении; $N(t)$ – количество дисков, которые необходимо будет ежегодно приобретать для замены деградировавших при полном заполнении архива; t_f – время в годах заполнения архива.

Значение n для каждого из вариантов структур оптических дисков подобрано при расчетах таким образом, чтобы были сопоставимы значения параметров Q и W_{max} . При этом значение n должно быть не меньше 3, чтобы иметь возможность хотя бы одну копию хранить на удаленной площадке.

Расчеты показывают, что примерно к 30-му году существования архив, созданный на любой из рассматриваемых структур, приблизится к своему теоретическому пределу емкости. (Но к тому моменту будет необходимо рассмотреть вопрос о замене всей аппаратной базы архива).

Структура R1 имеет практически равную со структурой G16 максимально достижимую емкость архива, но существенно худшую вероятность потери информации. Увеличив для структуры R1 значение n до 6 получим $Q = 3,2 \cdot 10^{-8}$, то есть все равно хуже, чем для G16, но при этом архив будет иметь меньшую теоретически достижимую емкость (11800 Гбайт против 14150 Гбайт) при практически том же количестве дисков (2832 против 2830).

Иными словами, с точки зрения минимизации вероятности потери информации при максимально возможной достижимой емкости архива имеет смысл рассматривать только варианты G15 и G16.

Как можно видеть из таблицы 1, при $n = 4$ для G15 и $n = 3$ для G16 имеем немного лучшее значение Q для G15, однако это можно объяснить прежде всего существенно меньшей максимально достижимой емкостью архива при практически совпадающем количестве дисков. Если для G15 сделать $n = 3$, то получим существенно большую максимально достижимую емкость архива (17700 Гбайт против 12875 Гбайт), что даже больше, чем для структуры G16 при совпадении общего количества дисков в архиве (2838). Но при этом $Q = 4,1 \cdot 10^{-5}$, то есть примерно на три порядка хуже, чем для G16.

Если пойти другим путем и при $n = 4$ для структуры G15 добавить в массив RAID-15 один диск (получим 4 диска в массиве, из которых условно 3 диска несут полезную информацию), то получим $Q = 2,4 \cdot 10^{-8}$, что уже хуже, чем G16, но при этом максимально достижимая емкость архива (13625 Гбайт) все равно будет меньше, чем для G16.

Таким образом, при названных исходных данных возможно создание долговременного локального электронного архива с максимально достижимой емкостью примерно 14 Тбайт. Архив должен быть построен на базе оптических дисков, объединенных в структуры G16 и имеющих 3 запасных копии информации. Архив будет заполняться около 30 лет, после чего вероятнее всего потребуются рассмотреть вопрос о замене его аппаратной базы (с большой вероятностью к тому времени может появиться более удобная технология длительного хранения данных). Для поддержания целостности этого архива при его полном заполнении потребуются ежегодно приобретать 402 диска для замены деградировавших архивных дисков.

Список литературы

1. Александрова Н., Ерешко А., Ефимова Е., Чернышов А. Информационно-поисковая система Музея истории детского движения // Информационные ресурсы России. 2016. № 4. С. 36–40.
2. ГОСТ Р 54989–2012 / ISO TR 18492:2005. Обеспечение долговременной сохранности электронных документов (вступ. в силу 01.05.2013).
3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022668705. Программа сравнительного анализа вариантов построения долговременного электронного архива на оптических дисках / Чернышов А. В. Заявка № 2022665096 от 08.08.2022. Электронный охраняемый документ: URL: <https://fips.ru/EGD/6b5c28d6-3a2d-465b-b0aa-3dd364e6c372>

ТИРАЖИРОВАНИЕ И СИНХРОНИЗАЦИЯ МЕТАДААННЫХ В МИКРОСЕРВИСНЫХ ПРИЛОЖЕНИЯХ

С. В. Шибанов¹, А. С. Гусаров², Я. С. Шлепнев³

^{1,2,3}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹serega@pnzgu.ru

²alexandergusarovv@gmail.com

³yaroslav.shlepnev@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрены проблемы тиражирования и синхронизации метаданных в приложениях, работающих в реальном масштабе времени и построенных в рамках микросервисной архитектуры, определены пути решения выделенных проблем. Особое внимание уделяется требованиям согласованности и точности в процессе тиражирования и синхронизации метаданных. Приведено описание реализации системы тиражирования и синхронизации метаданных для сервиса потоковой обработки событий и исполнения активных правил с применением возможностей резидентной СУБД Redis.

Ключевые слова: метаданные, микросервисная архитектура приложений, тиражирование и синхронизация метаданных, резидентная СУБД Redis

REPLACING AND SYNCHRONIZING METADATA IN REAL-TIME MICROSERVICE APPLICATIONS

S. V. Shibanov¹, A. S. Gusarov², Y. S. Shlepnev³

^{1,2,3}Penza State University, Penza, Russia

¹serega@pnzgu.ru

²alexandergusarovv@gmail.com

³yaroslav.shlepnev@yandex.ru

Abstract. The problems of replication and synchronization of metadata in applications operating in real time and built within the framework of a microservice architecture are considered, and ways to solve the identified problems are identified. Particular attention is paid to the requirements for consistency and accuracy in the process of replication and synchronization of metadata. A description is given of the implementation of a system for replication and synchronization of metadata for the streaming event processing service and execution of active rules using the capabilities of the resident Redis DBMS.

Keywords: metadata, microservice application architecture, replication and synchronization of metadata, resident DBMS Redis

С развитием технологий разработки программных средств и многократным увеличением обрабатываемой информации произошел сдвиг парадигмы от моно-

литных приложений к приложениям на основе микросервисов, которые обеспечивают гибкость, масштабируемость и модульность. Основным принципом микросервисных архитектур заключается в декомпозиции сложных приложений (сервисов) на более мелкие и слабо связанные компоненты, взаимодействующие между собой, которые могут разрабатываться, развертываться и масштабироваться независимо [1].

В области потоковой обработки данных и событий микросервисная архитектура позволяет создавать гибкие и адаптируемые информационно-управляющие системы, способных обрабатывать большие по объему высокоскоростные потоки данных. Ключевым аспектом таких приложений является необходимость поддерживать актуальные метаданные, которые задействованы в реализации бизнес-логики в отдельных микросервисов.

Сервис потоковой обработки событий и исполнения активных правил предназначен для обработки входных потоков данных и элементарных событий от наблюдаемых систем и объектов в реальном времени, обнаружения более сложных по своей семантике событий, реагирования на актуальные события через исполнение активных правил [2]. Метаданные необходимы для корректной обработки поступающих событий, определяют поведение каждого микросервиса и его реакцию на события. Точность и актуальность метаданных, присутствующих на каждом из микросервисов, напрямую влияют на общую работу сервиса, на его способность релевантно и своевременно реагировать на появление заданных событий.

Архитектура метаданных сервиса включает центральный репозиторий и локальные репозитории метаданных, размещенные на микросервисах [3]. Центральный репозиторий метаданных хранит спецификации событий и активных правил, информацию о наблюдаемых системах и их компонентах, информацию о системах управления, важные промежуточные результаты работы, правила обработки событий и формирования управляющих воздействий, пользовательские метаданные, результаты анализа событий и правил и многое другое [4]. Центральный репозиторий реализован в виде реляционной базы данных под управлением PostgreSQL.

Из-за высоких требований к скорости обработки данных и пропускной способности сервиса прямое взаимодействие микросервисов с центральным репозиторием в процессе их функционирования может привести к значительным временным задержкам и некорректной обработке поступающих событий. Поэтому на стороне микросервисов разворачиваются локальные репозитории, которые хранят оперативные метаданные, необходимые для функционирования отдельного конкретного микросервиса, что соответствует паттерну «Database per service» [5] и обеспечивает лучшее разделение задач, масштабируемость и отказоустойчивость.

Изоляция локальных репозитория метаданных предотвращает непреднамеренное взаимодействие между локальными проекциями метаданных и снижает вероятность каскадных сбоев. В качестве средств управления локальным репозиторием часто используют резидентные (inmemory) СУБД, которые также используются в качестве кэша микросервисов, что значительно увеличивает скорость работы сервиса за счет сокращения времени получения актуальных метаданных во время работы.

При этом необходимо решить ряд очень важных задач тиражирования и синхронизации метаданных для поддержания согласованного состояния метаданных в различных микросервисах.

Для поддержания актуальности метаданных микросервисы взаимодействуют с центральным репозиторием через RESTfull API сервер [6]. Локальные репозитории метаданных поддерживаются средствами СУБД Redis [7].

Процесс тиражирования метаданных реализован с использованием протокола HTTP и средств Redis на основе паттерна «Publish/Subscribe» [1]. При инициали-

зации микросервиса автоматически запускается процесс получения «начального» набора метаданных. Происходит это путем отправки GET-запроса на REST-сервер. Этот «начальный» набор служит отправной точкой для работы и записывается в локальный репозиторий метаданных микросервиса.

В процессе функционирования сервиса REST-сервер постоянно отслеживает актуальные изменения метаданных в центральной репозитории с помощью различных механизмов, таких как опрос, уведомления, управляемые событиями и потоковая передача данных в режиме реального времени. При обнаружении изменения в метаданных REST-сервер использует Redis Pub/Sub для уведомления всех подписанных микросервисов (subscribers) об обновленных метаданных. Сервер собирает специфичных для каждого микросервиса набор метаданных и отправляет их по соответствующим каналам (рис. 1).

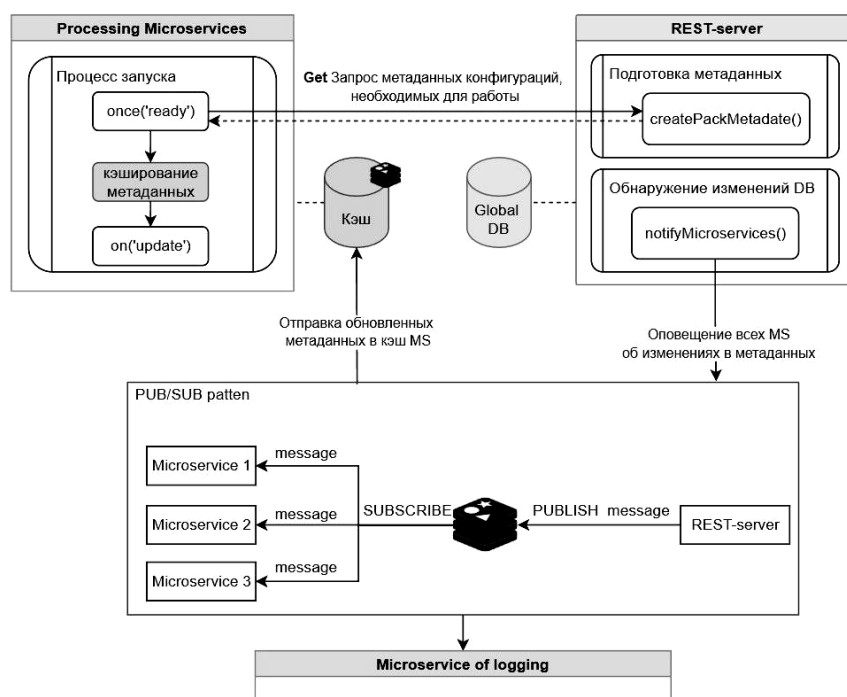


Рис. 1. Процесс получения и актуализации метаданных для каждого микросервиса

Механизм Publish/Subscribe гарантирует, что каждый микросервис получает соответствующие и релевантные метаданные, адаптированные к его конкретным требованиям или контексту. После получения обновленных метаданных каждый микросервис кэширует метаданные в своей собственной базе данных Redis.

Во время работы микросервисы извлекают метаданные непосредственно из своего кэша Redis. Таким образом они могут эффективно получать доступ к актуальным метаданным без дополнительных сетевых затрат или задержек, не отправляя запросы на REST-сервер.

Процесс отката (Rollback-процесс) во время доставки метаданных применяется в случае обработки сбоев или ошибок, которые могут возникнуть при доставке метаданных потребителям или подписчикам. Если во время доставки метаданных возникает сбой или ошибка, процесс отката направлен на возврат к предыдущему состоянию или отмену любых изменений или модификаций состояния, которые были внесены в рамках неудачной попытки доставки. Это гарантирует, что метаданные останутся в согласованном и корректном состоянии даже в случае сбоя.

Процесс отката включает следующие шаги:

- 1) обнаружение сбоя или ошибки;
- 2) инициирование отката;
- 3) отмена изменений;
- 4) возобновление доставки.

Сбой или ошибка в процессе доставки метаданных на микросервис могут быть вызваны проблемами с сетью, недоступностью служб, ошибками на уровне приложений и пр. При обнаружении сбоя или инициируется процесс отката, идентификацию конкретной доставки метаданных, в которой произошла ошибка, и пометку ее для отката.

В процессе отката все изменения, внесенные во время неудачной попытки доставки, отменяются. Это может включать в себя отмену обновлений базы данных или состояния, сброс состояния транзакции или восстановление предыдущих версий метаданных.

После отката система возобновляет процесс доставки метаданных с точки сбоя или предыдущего согласованного состояния, последующие попытки доставки будут выполняться без ранее обнаруженных ошибок или сбоев.

Процесс отката играет решающую роль в поддержании целостности и непротиворечивости данных, гарантирует, что любые неполные или несогласованные попытки доставки метаданных будут исправлены, предотвращая повреждение данных или неточности в метаданных, используемых приложениями или подписчиками.

В отличие от баз данных с полной поддержкой транзакций, Redis не предлагает встроенных механизмов автоматического отката [6]. Redis фокусируется на обеспечении высокопроизводительного доступа к данным и изначально не поддерживает транзакции ACID (атомарность, согласованность, изоляция, долговечность). Процесс отката был реализован на уровне приложений управления согласованностью данных и восстановления после сбоев (рис. 2). В качестве механизма обмена сообщениями также использовался Redis Pub/Sub.

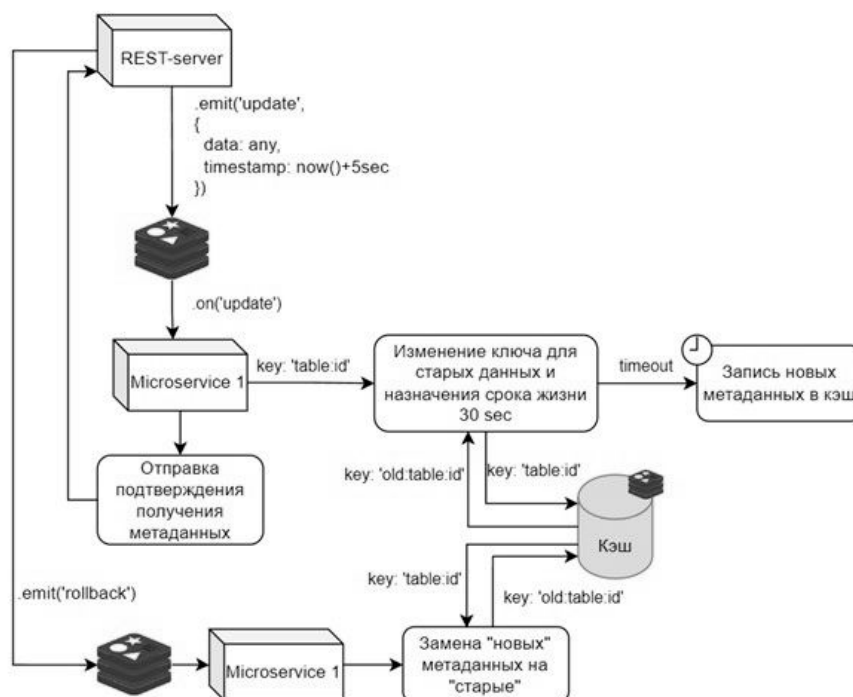


Рис. 2. Rollback-процесс, если не все микросервисы сообщили о подтверждении доставки метаданных

Разработанный алгоритм тиражирования и синхронизации метаданных сервиса потоковой обработки событий и исполнения активных правил, реализованный в микросервисной архитектуре с поддержкой процесса отката изменений в случае сбоев состоит из следующих шагов:

- 1) обнаружение изменений метаданных;
- 2) доставка и актуализация метаданных в микросервисе;
- 3) уведомления об успешной доставке метаданных;
- 4) проверка успешной доставки;
- 5) откат изменений.

При обнаружении актуальных изменений метаданных в центральном репозитории REST-сервер автоматически отправляет обновленные метаданные в каждый микросервис. Наряду с новыми метаданными предоставляется временная метка, указывающая, когда микросервисы должны применить эти обновленные метаданные.

После получения новых метаданных микросервис применяет изменения, соответствующим образом обновляет свое внутреннее состояние. После актуализации новых метаданных микросервис информирует REST-сервер об успешном обновлении метаданных.

REST-сервер отслеживает подтверждения доставки от каждого микросервиса. Если все микросервисы сообщают об успешной доставке, процесс считается завершенным и никаких дальнейших действий не требуется.

Если не все микросервисы сообщают об успешной доставке в течение указанного периода времени, что указывает на сбой в применении новых метаданных, инициируется процесс отката, отмена обновления метаданных и возврат к предыдущему состоянию. Для этого REST-сервер отправляет уведомление всем микросервисам, информируя их о необходимости отменить применение новых метаданных. Для того, чтобы облегчить процесс отката, микросервисы хранят предыдущие метаданные в течение определенного периода времени, что позволяет быстро вернуться к предыдущему состоянию метаданных в случае сбоя.

На данный момент реализовано базовое программное обеспечение тиражирования и синхронизации метаданных в составе сервиса потоковой обработки событий и исполнения активных правил, включающее средства доставки и синхронизации метаданных в локальные репозитории метаданных микросервисов. Ведутся работы по реализации автоматизированных средств формирования и конфигурирования наборов метаданных для каждого микросервиса, управления каналами доставки. В дальнейшем планируется проведение полномасштабного, в том числе, нагрузочного тестирования, на реально функционирующем сервисе и выполнение экспериментальной оценки разработанных программных средств.

Список литературы

1. Ричардсон К. Микросервисы. Паттерны разработки и рефакторинга. СПб. : Питер, 2019. 544 с.

2. Шибанов С. В., Шлепнев Я. С. Сервис потоковой обработки событий и исполнения активных правил // Математическое моделирование и суперкомпьютерные технологии : труды XXI Междунар. конф. (Н. Новгород, 22–26 ноября 2021 г.). Н. Новгород : Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского, 2021. С. 403–407.

3. Шибанов С. В., Гусаров А. С., Шлепнев Я. С. Архитектура метаданных сервиса потоковой обработки событий и исполнения активных правил // Вестник Пензенского государственного университета. 2023. № 3 (43). С. 95–103.

4. Шибанов С. В., Шлепнев Я. С., Гусаров А. С. Мета модель сервиса потоковой обработки событий // Методы, средства и технологии получения и обработки измерительной информации («Шляндинские чтения – 2022») : материалы XIV Междунар. науч.-техн. конф. с элементами научной школы и конкурсом научно-исследовательских работ для обучающихся и молодых ученых (Пенза, 24–26 октября 2022 г.). Пенза : ПГУ, 2022. С. 240–243.

5. Pattern: Database per service // Microservice Architecture. URL: <https://microservices.io/patterns/data/database-per-service.html> (дата обращения: 25.09.2023).

6. Шибанов С. В., Курбатова М. Н., Шлепнев Я. С. REST-сервер для реализации портала управления сервисом конструирования и исполнения активных правил // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. ст. по материалам VIII Всерос. межвуз. науч.-практ. конф. (Пенза, 17 марта 2021 г.). Пенза : ПГУ, 2021. С. 183–185.

7. Carlson J. Redis in Action. Shelter Island: Manning Publications Co., 2013. 322 p.

УДК 004.428.2

ОБЗОР ЭЛЕМЕНТА CANVAS И ЕГО КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕГО ПРОСТРАНСТВА В UNITY

А. Ю. Волков¹, А. П. Быченкова², В. Р. Козюков³, В. В. Эпп⁴

1,2,3,4Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹antonvolkov1720@gmail.com

²buchenkova.anya@gmail.com

³frank367763@gmail.com

⁴vitalinae@mail.ru

Аннотация. Рассматриваются несколько компонентов игрового движка Unity (Юнити), такие как Canvas, Rect Transform, EventSystem, UI, Image, Screen Space – Overlay, Screen Space – Camera, World Space. Описываются особенности каждого компонента, а также их использование в игровом движке Unity (Юнити). Представлена информация о том, как устроен компонент в зависимости от требований выполняемого проекта, и проведен сравнительный анализ перед использованием компонента.

Ключевые слова: компонент, элемент, пространство, функционал, особенность

OVERVIEW OF THE CANVAS ELEMENT AND ITS COMPONENTS FOR IMPLEMENTING A WORKSPACE IN UNITY

A. Y. Volkov¹, A. P. Bychenkova², V. R. Kozyukov³, V. V. Epp⁴

1,2,3,4Penza State University, Penza, Russia

¹antonvolkov1720@gmail.com

²buchenkova.anya@gmail.com

³frank367763@gmail.com

⁴vitalinae@mail.ru

Abstract. The report examines several components of the Unity game engine, such as Canvas, Rect Transform, EventSystem, UI, Image, Screen Space – Overlay, Screen Space – Camera, World Space. It describes the features of each component, as well as their use in the Unity game engine. The report contains information about how the component is arranged depending on the requirements of the project being performed, and conducts a comparative analysis before using the component.

Keywords: component, element, space, functional, feature

Введение

Многие при создании игр на игровом движке Unity используют элемент Canvas, но малое количество пользователей понимает, как он работает и для чего служит. В статье разбирается основной функционал и особенности элемента Canvas.

Компонент Canvas представляет собой определенное абстрактное пространство, в котором происходит настройка и рендеринг UI элементов. Все эти элементы должны быть потомками объектов, к которым присоединен Canvas. Когда создается UI элемент, Canvas добавляется автоматически, если он еще не был добавлен в сцену. Отдельное внимание после создания объекта Canvas, уделяется дополнительному объекту с названием EventSystem, который будет создан одновременно с элементом и используется для полноценной работоспособности Canvas.

UI элемент различия компонента Transform

Перед созданием элементов, выделяется особенность элемента, что абсолютно у каждого UI объекта вместо привычного компонента Transform, используется Rect Transform. В поле Pos X указывается позиция по оси X от самого центра экрана. А в поле Pos Y так же записывается позиция элемента от центра, но только по оси Y. В полях Width и Height указываем ширину и высоту элемента. Все эти значения абсолютные, и указываются в пикселях. Изменять эти значения можно как в данных полях, так и через игровую сцену, с помощью мыши. Изменяя только эти четыре поля, можно создать игровой интерфейс на любой вкус.

Rect Transform

Компонент Rect Transform аналогичен компоненту Transform в 2D-макете. Где Transform является одной точкой, Rect Transform представляет собой прямоугольник, внутри которого может быть размещен элемент созданного интерфейса. Если родительский элемент преобразования также является прямоугольным преобразованием, дочернее преобразование также может указывать, на то как оно должно располагаться и какой должно иметь размер относительно родительского прямоугольника.

EventSystem

Canvas – это область, внутри которой должны находиться все элементы пользовательского интерфейса. Игровой объект с компонентом Canvas на нем, и все элементы пользовательского интерфейса должны быть дочерними по отношению к такому холсту.

Область canvas отображается в сцене в виде прямоугольника. Это делает проще размещение элементов пользовательского интерфейса без необходимости постоянно видеть игровое представление. Canvas использует объект EventSystem, чтобы помочь системе обмениваться сообщениями.

Порядок отрисовки расположенных элементов

Элементы пользовательского интерфейса на холсте рисуются в том же порядке, в каком они отображаются в иерархии. Первый дочерний элемент рисуется первым, второй дочерний элемент – следующим, и так далее. Если два элемента пользовательского интерфейса перекрываются, более поздний появится поверх более раннего. Чтобы изменить, какой элемент будет отображаться поверх других элементов, нужно изменить порядок элементов в иерархии.

UI элементы: Image

Изображения (Image) не менее важный элемент UI, чем Text. Официальная документация описывает этот элемент так: «Элемент Image отображает пользователю не интерактивное изображение».

Так что использовать его можно не только для отображения каких-то картинок, иконок, но и как фоны для других элементов UI.

Как и у Text картинка имеет Rect Transform, который позволит отрегулировать положение и размеры. Есть еще Image, который даст работать с самим изображением.

Что важно, необходимо убедиться, что добавленное изображение получило тип Sprite, иначе использовать его в Image не выйдет. Sprite Mode: Single значит, что это текстурка является самостоятельной. Если необходимо использовать атлас спрайтов, то нужно установить значение Multiple

Screen Space – Overlay (пространство экрана – поверх)

В этом режиме холст масштабируется для заполнения всего экрана, а затем рисуется напрямую, не ссылаясь на сцену или камеру (интерфейс нарисован даже если в сцене вообще нет камеры). Интерфейс рисуется поверх любой другой графики, такой как вид из камеры [1].

Screen Space – Camera (пространство экрана – камера)

В этом режиме, холст отображается, как если бы он был нарисован на плоском объекте, на некотором расстоянии заданной камеры. Экранный размер интерфейса не меняется с расстоянием, т.к. он всегда масштабируется чтобы в точности заполнять пирамиду видимости камеры (camera frustum) [2].

World Space (пространство мира)

Этот режим рисует интерфейс, как если бы он был плоским объектом сцены. Размер холста может быть установлен через компонент Rect Transform, но его экранный размер будет зависеть от угла поля зрения и расстояния между камерой и объектами. Другие объекты сцены могут проходить сзади, сквозь, или спереди холста.

Заключение

В статье были рассмотрены компоненты элемента Canvas, а также дополнительный элемент UI, для проектировки проекта на игровом движке Unity.

Список литературы

1. Ферроне Харрисон. Изучаем C# через разработку игр на Unity. 5-е изд. СПб. : Питер, 2022. 400 с.
2. Бонд Джереми Гибсон. Unity и C#. Геймдев от идеи до реализации. 2-е изд. СПб. : Питер, 2019. 928 с.

ИНТЕГРАЦИЯ JAVA ПЛАГИНА В СРЕДУ РАЗРАБОТКИ UNITY С ПОМОЩЬЮ ANDROIDJAVAОБЪКТ И ANDROIDJAVACLASS

Н. А. Горбунов¹, В. В. Эпп²

^{1,2}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹nik.gorbunov.02022002@mail.ru

²vitalinae@mail.ru

Аннотация. В целях освоения новых инструментов разработки под операционную систему Android на мультиплатформенном движке Unity и дальнейшего их правильного применения проанализированы и протестированы встроенные возможности интеграции языка программирования Java в среду разработки проекта. При написании Android-приложений довольно часто приходится взаимодействовать с Android API. Большинство базовых используемых методов Android API уже встроено в инструментарий движка Unity, но в редких случаях его недостаточно, поэтому разработчики встроили возможность интеграции JAR и AAR плагинов с помощью классов AndroidJavaObject и AndroidJavaClass, которые дают возможность вызова методов из скомпилированного файла. Для написания правильно работающего плагина нужно придерживаться определенного паттерна проектирования, изменить и настроить Android Manifest при компиляции JAR или AAR файла и правильно использовать классы из метаданных Unity.

Ключевые слова: разработка, Unity, Android Application on Unity, Android Plugin for Unity, Java in Unity, JAR & AAR, Android API in Unity, добавление Java плагина в Unity, Unity Activity

INTEGRATION OF JAVA PLUGIN INTO THE UNITY DEVELOPMENT ENVIRONMENT USING ANDROIDJAVAОБЪКТ AND ANDROIDJAVACLASS

N. A. Gorbunov¹, V. V. Epp²

^{1,2}Penza State University, Penza, Russia

¹nik.gorbunov.02022002@mail.ru

²vitalinae@mail.ru

Abstract. In order to master new development tools for the Android operating system on the multi-platform engine Unity and further apply them correctly, the author analyzed and tested the built-in possibilities of integrating the Java programming language into the project development environment. When developing Android applications, it is often necessary to interact with the Android API. Most of the basic methods used in the Android API are already integrated into the Unity engine toolkit, but in rare cases, it is not enough. Therefore, developers have incorporated the ability to integrate JAR and AAR plugins using the AndroidJavaObject and AndroidJavaClass classes, which allow calling methods from a compiled file. To write a properly functioning plugin, it is necessary to adhere to a certain design pattern, modify and configure the Android Manifest when compiling the JAR or AAR file, and correctly use classes from Unity metadata.

Keywords: Development, Unity, Android Application on Unity, Android Plugin for Unity, Java in Unity, JAR & AAR, Android API in Unity, Integration Java plugin into the Unity, Unity Activity

Каждый разработчик сталкивался с задачей взаимодействия приложения и операционной системы, под которую оно собирается. Unity – кроссплатформенная среда разработки, с помощью которой можно создавать игры и приложения под разные операционные системы, но большая часть разработанных приложений на этом движке реализованы именно под ОС Android. Сам же Unity разработан на языке C#, поэтому многие неопытные разработчики могут задаваться вопросом – «Как же взаимодействовать с системными вызовами?». Большинство основных системных вызовов уже реализованы «под капотом» игрового движка, например: создание/удаление/запись файлов, запрос на разрешения приложения, геолокация, интернет-запросы, и так далее. Для написания простого приложения, которое должно будет сохранять что-либо или отправлять запросы на сервер, встроенного инструментария хватит, но если приложение должно работать с Bluetooth устройствами, сервисами, ИК-портом (если присутствует в телефоне), то встроенных методов Unity недостаточно. Разработчики движка спрогнозировали нехватку функционала и дали возможность интеграции Java в приложение. Код, написанный на Java, можно импортировать только в уже скомпилированном файле с расширением AAR или JAR, а взаимодействие с плагинами будет осуществляться через классы «AndroidJavaClass» и «AndroidJavaObject». «AndroidJavaClass» – это представление Unity универсального экземпляра «java.lang.Class» [1], а «AndroidJavaObject» – «java.lang.Object» [2]. Его можно использовать как бестиповый интерфейс для экземпляра любого класса Java внутри C# скрипта.

При написании кода на языке Java открывается максимальный спектр возможностей взаимодействия с операционной системой Android. Но нужно придерживаться определенных правил, если написанный код, используется через собранную библиотеку, к которой идет обращение из основного приложения.

Первым делом нужно разобраться с тем, как компилировать код на Java. При сборке библиотеки под ОС Windows, и дальнейшим взаимодействии с ней, на выходе получается файл с расширением DLL. При компиляции под ОС Android возможны два вида файлов [3]:

- JAR – Java Archive. Содержит файлы классов, JAVA-ресурсы, зависимые библиотеки, и другие необходимые для приложения файлы. JAR может использоваться как в Android-приложении, так и в приложении на чистой Java.

- AAR – Android Archive. Так же, как и JAR является zip-архивом, но может использоваться только в Android-приложении. AAR содержит скомпилированный исходный код в файле classes.jar, Android-ресурсы, AndroidManifest, и другие файлы, входящие в состав APK.

При компиляции библиотеки для интеграции в Unity-приложение подходят оба архива, но нужно учитывать особенности. В документации Unity, разработчики советуют импортировать AAR плагины из-за большей совместимости с движком. Некоторые API могут требовать определенные разрешения, которые нужно прописывать в «AndroidManifest.xml». Сторонние библиотеки добавляются в «build.gradle». Если использовать AAR файл, то при компиляции не обязательно указывать все нужные ресурсы в плагине, достаточно будет добавить их в манифест вашего основного приложения, а движок сам объединит все в один Gradle файл. Также Unity не требует добавлять «3rd-party» в определенную папку, их можно будет расположить в наиболее удобной директории, находящейся в иерар-

хии приложения. JAR файл, в свою очередь, обязывает прописывать все разрешения в манифесте при сборке, а библиотеки обязательно должны лежать в папке «Assets/Plugins/Android».

Прежде чем приступать к написанию кода, нужно определить, какие задачи будет решать плагин, написанный на Java. Если необходимо управлять уведомлениями, вызывать «AlertDialog» или «Pop-up» окна, то нужно будет обязательно взаимодействовать с Android Activity основного приложения. Android Activity – ключевой компонент для создания визуализации интерфейса, форма приложения, с которой взаимодействует пользователь. Активность основного приложения требуется передать, как параметр в методе инициализации плагина из скрипта C#. Далее идет взаимодействие с базовыми функциями приложения, например, если задача требует доступ к файловой системе, запрос на разрешения, доступ к WIFI, Bluetooth, USB, то необходимо будет обращаться к контексту активности. Context – интерфейс для глобальной информации о среде приложения. Это абстрактный класс, реализация которого обеспечивается системой Android. Он предоставляет доступ к ресурсам и классам, специфичным для приложения, а также к вызовам для операций уровня приложения, таких как запуск действий, широковещательная рассылка, получение намерений (Intent), и так далее. Помимо всего вышперечисленного, для опытных разработчиков есть возможность переопределения активности основного приложения. «UnityPlayerActivity» приложения отвечает за базовое взаимодействие между операционной системой Android и приложением. Предоставляется возможность использовать плагины, чтобы создать свою собственную активность, которая расширяет и переопределяет стандартную «UnityPlayerActivity», например, для запуска каких-либо сервисов, вместе с блокировкой экрана телефона.

После конкретизации поставленной задачи, нужно определиться с архитектурой написания плагина.

– Если важна точность исполнения всех вызовов плагина, сохранение состояний объектов и возврат результата, например, постоянное обращение к файловой системе или отправка данных по Bluetooth с сохранением подключения к устройству, то стоит использовать паттерн проектирования Singleton.

– Если сохранение состояния не настолько важно, и нужно лишь иногда обращаться к Android API, например, вывести «Pop-up» о какой-либо ошибке или вести «LogCat» с пользовательскими тегами, то достаточно будет реализовать все в статических методах.

– Если нужно единожды вызвать API, который не отвечает за важные решения операционной системы, то пользовательский Java-плагин создавать не обязательно. Можно объявить и инициализировать какой-либо класс Android API в классе «AndroidJavaClass», вызвать нужный метод, после чего Garbage collector очистит выделенную память. Этот способ не оптимизированный, но быстрый для реализации.

1. Примечание – выбор архитектуры зависит от API, которые потребуется использовать.

Наконец, можно приступить к интеграции плагина в C# скрипты. Для начала нужно выбрать, какого типа будет переменная, которая хранит в себе библиотеку. Если было решено применить паттерн Singleton, то необходимо использовать «AndroidJavaObject», так как потребуется хранение экземпляра класса и вызов его методов. Иначе, если достаточно будет вызывать только статические методы класса, предполагается объявление переменной типа «AndroidJavaClass».

2. Примечание – во втором случае можно использовать «AndroidJavaObject», но логически данное решение будет неверным.

Далее, если присутствует метод инициализации в плагине, требуется его вызвать, передав в аргументах активность. Чтобы это сделать используется конструктор «AndroidJavaClass» / «AndroidJavaObject», который принимает строку с названием пространства имен в аргументах.

1) Сохраняется переменная с Unity Activity (Если имя активности не переопределено).

2) Объявляется переменная, в которой будет плагин.

3) Инициализируется плагин, передавая в параметры активность приложения.

4) Возвращается экземпляр класса библиотеки в отдельную переменную.

Пример кода:

```
private AndroidJavaClass unityClass;
private AndroidJavaObject unityActivity;
private AndroidJavaClass customClass;
private AndroidJavaObject instance;

private const string PackageName = "com.myPlugin.plugin.Manager";
private const string UnityDefaultJavaClassName =
"com.unity3d.player.UnityPlayer";
```

```
public void Init()
{
```

```
    AndroidJNI.AttachCurrentThread();
```

```
    unityClass = new AndroidJavaClass(UnityDefaultJavaClassName);
    unityActivity = unityClass.GetStatic<AndroidJavaObject>("currentActivity");
    customClass = new AndroidJavaClass(PackageName);
    customClass.CallStatic("InitInstance", unityActivity);
    instance = customClass.GetStatic<AndroidJavaObject>("instance");
```

```
}
```

3. Примечание – Метод «AndroidJNI.AttachCurrentThread()» нужно включать при каждом обращении к плагину, если скрипт выполняется не из основного потока приложения.

Все методы библиотеки будут вызываться с помощью «Call» и «CallStatic», для обычных и static методов соответственно, которые принимают 2 параметра:

1) Имя метода из плагина (типа string)

2) Массив базовых классов object

При передаче параметров, для наибольшей производительности, следует использовать простые типы, такие как: int, float, string.

В результате проделанной работы, на выходе получается рабочий Java плагин для интеграции в среду разработки Unity. Для его реализации понадобилось:

- Настроить сборку Java кода в AAR файл.
- Проанализировать задачи, которые должна реализовывать библиотека.
- Исходя из задач, построить верную структуру программы.
- Интегрировать плагин в среду проекта и инициализировать его в скриптах.
- Для вызовов методов плагина использовать «Call» и «CallStatic», передавая базовые типы, чтобы не нагружать приложение.

Список литературы

1. Unity Documentation: AndroidJavaClass. URL: <https://docs.unity3d.com/ScriptReference/AndroidJavaClass.html/> (дата обращения: 15.10.2023).
2. Unity Documetation: AndroidJavaObject. URL: <https://docs.unity3d.com/ScriptReference/AndroidJavaObject.html> (дата обращения: 15.10.2023).
3. Interview Review: В чем разница между jar и aar? URL: <https://itsobes.ru/AndroidSobes/v-chem-raznitsa-mezhdu-jar-i-aar/> (дата обращения: 15.10.2023).

УДК 681.3

КРОССПЛАТФОРМЕННЫЙ РЕДАКТОР ДИАГРАММ МИКРОПРОГРАММНОЙ ЛОГИКИ

В. С. Александров¹, И. А. Кирюткин², Д. В. Сафронов³, Н. Н. Коннов⁴

1,2,3,4Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹vsalexrus@gmail.com

²kiryutkin.02@mail.ru

³denis.safronov.228@gmail.com

⁴knn46@mail.ru

Аннотация. Рассматриваются принципы функционирования кроссплатформенного графического редактора диаграмм микропрограммной логики, предназначенного для автоматизации разработки, кодирования и регистрации микропрограмм при изучении проектирования микропроцессорных систем.

Ключевые слова: микрокоманда, микропрограмма, кроссплатформенность

CROSS-PLATFORM FIRMWARE LOGIC DIAGRAM EDITOR

V. S. Alexandrov¹, I. A. Kiryutkin², D. V. Safronov³, N. N. Konnov⁴

1,2,3,4Penza State University, Penza, Russia

¹vsalexrus@gmail.com

²kiryutkin.02@mail.ru

³denis.safronov.228@gmail.com

⁴knn46@mail.ru

Abstract. The principles of operation of the cross-platform graphics editor of firmware logic diagrams are considered, designed to automate development, coding of firmware registration in order to study the design of microprocessor systems.

Keywords: micro command, firmware, cross-platform

При подготовке специалистов по вычислительной технике вызывает определенные трудности постановка лабораторных практикумов, посвященных изучению организации процессоров ЭВМ на микропрограммном уровне – реализации машинных команд как последовательности простейших микроопераций, реализу-

ющих преобразование данных и их передачи между регистрами процессора [1]. Эти трудности вызваны невозможностью обычным ПО мониторить исполнение микрокоманд или изменять микропрограмму, т.к. все аппаратные средства микропрограммирования встроены в кристалл современного процессора. Поэтому для освоения навыков проектирования микропрограмм и изучения функционирования процессоров используются их программные эмуляторы.

На кафедре вычислительной техники ПГУ были разработаны и активно применяются в лабораторном практикуме и курсовом проектировании DOS, Windows и кроссплатформенная программные версии эмулятора шестнадцатиразрядного микропрограммируемого процессора, использующего логическую организацию секционированного комплекта БИС К1804 [2–4].

Подготовка и отладка микропрограмм является трудоемким процессом, поэтому как средство автоматизации разработки, редактирования, кодирования и документирования микропрограмм применяется специальная программа -редактор диаграмм микропрограммной логики (ДМЛ).

ДМЛ представляет собой соединение условных графических изображений, каждое из которых формально описывает регистровые передачи и операции, выполняемые определенной микрокомандой, а также задает последовательность исполнения микрокоманд в микропрограмме. Ранее был разработан графический редактор ДМЛ, работающий в среде Microsoft Visio 7/10/12 и представляющий собой набор макросов и форм на языке VBA [5–6]. В целях импортозамещения авторами был разработана новая кроссплатформенная версия графического редактора МК-1804 [7], описанию которой посвящена настоящая статья.

При разработке редактора использована популярная платформ Java, обеспечивающая гибкость, надежность и мощные инструменты для создания различных кроссплатформенных приложений [8].

При запуске приложения Editor МК-1804.jar откроется главное меню, в котором можно создать новый, открыть существующий проект, открыть руководство оператора и получить информацию о программе. Кроме того, при необходимости можно ввести путь к программе LibreDraw пакета LibreOffice, используемого для документирования созданной ДМЛ. Чтобы создать проект необходимо нажать кнопку «Создать» и откроется окно редактора (см рис. 1), в котором создаются блоки диаграммы, соответствующие микрокомандам и их связь, выполняется их удаление и сохранение всего проекта, кроме того кнопка «Экспорт PZU» обеспечивает кодирование микропрограммы и сохранение ее в виде бинарного файла XXX.pzu для последующей загрузки в память микропрограмм эмулятора.

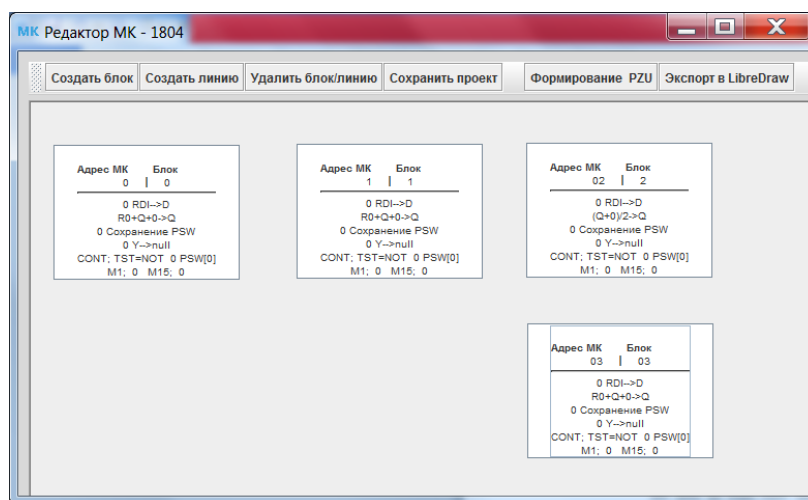


Рис. 1. Окно редактора

Чтобы создать блок микрокоманды, пользователь должен нажать кнопку «Создать блок», тогда в окне редактора появиться блок незаполненный блок, в который необходимо ввести его номер, адрес микрокоманды, а также шесть строк, соответственно описывающих:

- действия с входной шиной процессора,
- операции, выполняемые в центральном процессорном элементе,
- правила формирования флажков в регистре состояния,
- действия с выходной шиной процессора,
- правила формирования адреса следующей микрокоманды,
- константы (адрес или данные).

Чтобы отредактировать поля блока пользователю необходимо двойным щелчком нажать на блок, после этого откроется окно редактирования блока (рис. 2).

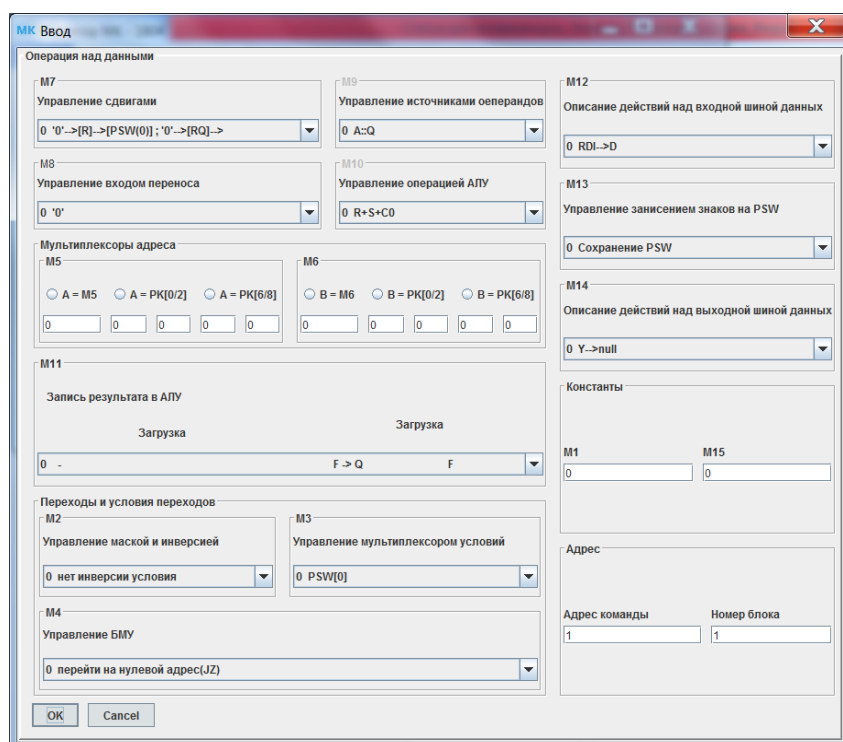


Рис. 2. Окно редактора блока

Действия, выполняемые микропрограммой, выбираются с помощью системы выпадающих меню редактора блока, который устанавливает коды соответствующих полей микрокоманды.

При необходимости создать отчет в LibreDraw, необходимо нажать кнопку «Экспорт в LibreDraw», тогда приложение автоматически откроет LibreDraw с отображением созданных в нем блоков ДМЛ. ДМЛ может быть отредактирована, отформатирована и сохранена как обычный графический файл, сохраняемый как XXX.odg.

При создании было принято решение использовать библиотеку Swing, входящую в стандартную поставку Java, которая предоставляет набор инструментов и компонентов, которые позволяют разрабатывать графический интерфейс пользователя (GUI) в Java. Для организации пользовательского интерфейса в данной программе используются три класса Swing: UIEditor, MainMenu и LiberForm.

Класс UIEditor представляет собой основной редактор. Он содержит компоненты, отвечающие за отображение и управление блоками и линиями, а также дру-

гие элементы пользовательского интерфейса, связанные с редактированием проекта. UEditor предоставляет визуальную область, где пользователь может создавать, перемещать и изменять блоки и линии, а также возможность экспорта данных в файл для дальнейшего использования в эмуляторе.

Класс MainMenu представляет главное меню программы. Он содержит кнопки, позволяющие пользователю открыть существующий проект или создать новый проект. MainMenu может быть отображен в начале работы программы или при необходимости смены проекта. Он предоставляет основные функциональные возможности, связанные с управлением проектами.

Класс LiberForm представляет собой форму, которая открывается при клике на блок в редакторе. Эта форма позволяет пользователю задавать данные для блоков с помощью полей ввода и элемента JComboBox. LiberForm предоставляет пользователю возможность указать параметры и настройки для выбранного блока, которые будут использоваться в программе.

Программа редактора разработана в пакете IntelliJ IDEA [9] и может исполняться в операционных средах Windows 7/8/10 и Linux Ubuntu/Astra/Альт Образование/Manjaro с установленной средой выполнения Java Runtime Environment (версия не менее 1.8.0). Требуемый объем оперативной памяти не менее 256 Мбайт, размер программы – 34 Мбайт.

Редактор прошел апробацию в курсовом проектировании по дисциплине «ЭВМ и периферийные устройства».

Дальнейшее развитие программы будет направлено на улучшение интеграции с Libre Office Draw и доработку интерфейса редактора.

Список литературы

1. Таненбаум Э. Архитектура компьютера. СПб. : Питер, 2018. С. 816.
2. Гурин Е. И., Коннов Н. Н., Механов В. Б. Проектирование процессора ЭВМ на секционированных микропроцессорных БИС : метод. указания к курсовому проектированию. URL: <http://window.edu.ru/resource/316/66316>
3. Коннов Н. В., Исхаков Д. А. [и др.]. Программный симулятор ЭВМ с микропрограммным управлением // Актуальные вопросы современной науки: теория и практика научных исследований : сб. науч. ст. II Всерос. науч.-практ. конф. (Пенза, 1–15 ноября 2018 г.). Пенза : Изд-во Пенз. гос. технол. ун-т, 2018. С. 24–27.
4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021662392. Эмулятор микропрограммируемой ЭВМ «Такт-3» / Пчелинцев А. И., Коннов Н. Н., Федулов В. Д., Юрова О. В. Заявка № 2012618426 от 22.07.2021 ; дата регистрации: 27.07.2021.
5. Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2013618806. Графический редактор диаграмм микропрограммной логики / Захаров С. А., Захаров А. П., Коннов Н. Н. 2013.
6. Коннов Н. Н., Любезнов А. П., Новиков М. Ю., Янович И. В. Модернизация учебного программного обеспечения по курсу ЭВМ и периферийные устройства // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. науч. ст. III Ежегодной межвуз. студ. науч.-практ. конф. Пенза : Изд-во ПГУ, 2016. С. 72–73.
7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023680506. Кроссплатформенный редактор диаграмм микропрограммной логики / Александров В. С., Кирюткин И. А., Сафронов Д. В., Коннов Н. Н., Юрова О. В. Заявка № 2023680506 от 27.09.2023 ; дата регистрации: 02.10.2023.
8. Шилдт Г. Java 8. Полное руководство. М. : Вильямс, 2015. 1376 с.
9. IntelliJ IDEA – the Leading Java and Kotlin IDE. URL: <https://www.jetbrains.com/help/idea/javadocs.html#add-new-comment>

РАБОТА ЦЕНТРОВ УПРАВЛЕНИЯ РЕГИОНОМ В РОССИИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Н. А. Захарова¹, Л. Р. Фионова²

^{1,2}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹zakh.natalia@mail.ru

²lrfionova@mail.ru

Аннотация. Рассматриваются работа центров управления регионом (ЦУР) в России, его структура и особенности. Уделяется внимание ЦУР Пензенской области, приводятся статистические данные по региону.

Ключевые слова: центр управления регионом, социальные сети, сообщества, обращения граждан

THE WORK OF REGIONAL MANAGEMENT CENTERS IN RUSSIA: PROBLEMS AND PROSPECTS

N. A. Zakharova¹, L. R. Fionova²

^{1,2}Penza State University, Penza, Russia

¹zakh.natalia@mail.ru

²lrfionova@mail.ru

Abstract. The work of regional management centers in Russia, its structure and features are considered. Attention is paid to the SDGs of the Penza region, statistical data on the region are provided.

Keywords: regional management center, social networks, communities, citizens' appeals

Центр управления регионом (ЦУР) – это инструмент прямой и эффективной коммуникации жителей и власти с целью решения проблем и предотвращения их возникновения в будущем. Появление во всех субъектах страны Центров управления регионами стало очередным этапом в развитии новых форматов их управленческой и коммуникационной активности.

Все ЦУР в России занимаются мониторингом, обработкой и анализом обращений и сообщений жителей, обеспечивают межведомственное взаимодействие органов власти для максимального сокращения времени получения ответа и решения проблемного вопроса гражданина.

Работу (с разной степенью качества) с обращениями граждан в социальных сетях региональные власти начали проводить примерно с 2012 г., но она не приносила должных ожиданий граждан. Решение о создании ЦУР по всей стране принял глава государства Владимир Владимирович Путин: «вот эти современные техноло-

гии, выстроенные в «цифре», позволяют быстро реагировать на повседневные проблемы жителей, отвечать на их инициативы, на их обращения, реагировать соответствующим образом, а значит, эффективнее и быстрее решать проблемы, с которыми люди сталкиваются в повседневной жизни».

Решение закреплено в перечне поручений по итогам заседания Совета по развитию местного самоуправления при Президенте Российской Федерации [1, 2], состоявшегося 30 января 2020 года. К 1 декабря 2020 года Центры управления регионами открылись во всех субъектах России, средства для их создания были выделены из федерального бюджета: 23,1 миллиарда рублей по нацпрограмме «Цифровая экономика» [3].

ЦУР играет важную роль в достижении цифровой трансформации страны – является одной из национальных целей развития России на период до 2030 года.

Прообразом Центров управления регионами стал ЦУР Московской области (МО), появившийся в начале 2020 г., которой помог объединить множество ведомств МО (рис. 1) в одно единое целое (**Добродел** – сервис для жителей Подмосковья, который позволяет без заполнения бумажных документов и поиска необходимых инстанций взаимодействовать с органами исполнительной власти и решать конкретные проблемы).



Рис. 1. Схема обращения в ЦУР Московской области

Структуру работы ЦУР можно разделить на три блока:

1. Аналитический блок занимается предиктивной аналитикой (предвидением восходящих трендов), эскалацией на губернатора, подготовкой еженедельного среза ситуации в регионе, помощью с управленческими решениями на основе собранных данных.

2. Информационный блок связан с работой интернет-коммуникаций, ведением официальных (госпабликов) и неофициальных коммуникационных каналов и их сопровождение, включающих брендинг, таргетинг, социологию.

3. Обратная связь, которая делится на три категории: трудно решаемые вопросы (примерно 15 % от всех обращений), к ним относятся обращения, предполагающие выделение дополнительного финансирования или внесения изменения в нормативно-правовые акты; быстро решаемые или фаст-треки (50%) и простое информирование (пояснение) тех или иных изменениях и инициативах региональной власти (35 %).

Автономная некоммерческая организация «Диалог» (АНО «Диалог») является всероссийский межведомственный центр компетенций в сфере интернет-коммуникаций, и оператор цифрового диалога между властью и обществом.

В июле 2020 года АНО «Диалог» учредила новую организацию АНО «Диалог Регионы», которая занялась внедрением Центров управления регионами и мониторингом их работы. По данным АНО «Диалог-Регионы», в среднем в ЦУР за месяц поступает порядка 470 тыс. обращений по всей стране, а усредненное количество в день – более 15 тыс.

К особенностям ЦУР можно отнести:

- Основная информация ЦУР публикуется в сообществах в виде инфографики;

- В сообществах публикуются примеры решённых обращений, полезная для граждан информация и актуальные новости региона (блоки обязательно сопровождаются хештегом для быстрого поиска и просмотра интересующего контента, например, #ЦУР58_информирует, #ЦУР58_КейсыРешенныхПроблем, #ЦУР58_прямойэфир).

- Ответ на сообщение гражданина публикуется профильным ведомством на той же платформе, где было оставлено сообщение.

По данным АНО «Диалог-Регионы», к 2024 г. доля обращений, которые будут обрабатываться с использованием автоматизированной системы, должна вырасти с 5 до 50 %. Доля ведомств, взаимодействующих с гражданами в социальных сетях, – с 5 до 60 %. И с 10 до 100 % должна вырасти доля решений, принимаемых с участием жителей через Платформу обратной связи (ПОС), действующей на базе «Госуслуг». Таким образом, власть должна реагировать на каждую проблему, о которой жители расскажут в социальных сетях.

Центр управления регионом (ЦУР) в Пензенской области запустили в конце ноября 2020 г. Благодаря новой структуре удастся оперативно реагировать на сообщения граждан, сделав общение представителей органов власти с жителями наиболее эффективным и прозрачным.

Главная задача, реализуемая с помощью Центра управления регионом – это формирование доверия между гражданами и государством, улучшение взаимосвязи жителей с органами власти в разных сферах интернет-коммуникаций.

В ЦУР формируются отраслевые блоки по социально значимым тематикам – здравоохранение, образование, социальная защита, жилищно-коммунальное хозяйство и др. (субъект РФ вправе самостоятельно принять решение о формировании дополнительных тематических отраслевых блоков, по которым поступает наибольшее количество обращений/жалоб/сообщений жителей). В топ пяти тем жителей Пензенской области входит: здравоохранение, состояние дорог, благоустройство, социальная сфера и ЖКХ.

С начала 2021 года на территории Пензенской области осуществляется внедрение федеральной государственной информационной системы Платформа обратной связи. Жители региона могут подать заявку по беспокоящей их ситуации, нажав кнопку "Сообщить о проблеме" на официальном сайте органа власти и организации или через мобильное приложение "Госуслуги. Решаем вместе". За два года работы ЦУР специалисты обработали более 170 000 сообщений в социальных сетях.

Представители исполнительной власти стали оперативно реагировать на запросы пользователей в социальных сетях. Если в начале 2021 года время ожидания ответа составляло 6 часов 26 минут, то к концу года сократилось более чем в 2 раза – до 2 часов 45 минут. Постановление Правительства Пензенской области "Об утверждении Положения о функционировании Центра управления регионом Пензенской области" [4] закрепило основные положения и задачи, а также структуру ЦУР Пензенской области. Жители Пензенской области могут узнавать о новостях и достижениях региона, о благоустройстве территорий, проведении праздничных мероприятий, пособиях и выплатах через подписку на персональную рассылку (<https://penzoblast.information-region.ru/>).

А также получать информацию и задавать вопросы с помощью социальных сетей [5–10]. Для этого необходимо выполнить простой алгоритм действий:

- 1) Зайти в соцсети (ВКонтакте, Одноклассники, Telegram);
- 2) Открыть страницу ЦУР или официальные аккаунты органов власти Пензенской области;
- 3) Под любым постом написать комментарий. Подробно изложить ситуацию, по возможности приложить фото/видео;
- 4) Специалисты ЦУР зафиксируют сообщение и передадут в профильное ведомство;
- 5) В течении 3-х часов гражданин получит ответ на свое сообщение (Здравствуйте! Передали ваше сообщение в органы власти. Опубликуем ответ не позднее 30 сентября 2023 года).

На основе поступивших сообщений специалистами ЦУР Пензенской области созданы 4 «тепловые карты» по актуальным проблемам граждан: качеству дорог, водоснабжению, реализации социальной политики и ситуации по отлову безнадзорных животных.

В 2022 году специалисты ЦУР зафиксировали более 55 000 сообщений от жителей Пензенской области (большинство из них оперативно решены), а муниципалитетами-лидерами по количеству обращений за последние два года являются: Пенза; Кузнецк; Сердобский район; Каменский район; Пензенский район. На рис. 2 показано среднестатистическое количество сообщений, поступающих в ЦУР за неделю.



Рис. 2. Карта сообщений, поступающих в ЦУР

Каждую неделю на страницах ЦУР публикуется дайджест, который с помощью инфографики показывает количество поступивших сообщений за неделю, топ популярности соцсетей по обращениям, а также топ трех популярных тем по обращениям граждан.

Необходимо отметить, что ежемесячно специалисты ЦУР формируют рейтинг работы региональных органов власти и местного самоуправления региона в официальных аккаунтах. Рейтингование помогает сделать обратную связь с пензенцами в соцсетях качественнее и доступнее. В рейтинге участвуют те ведомства, в адрес которых поступило хотя бы одно сообщение, зафиксированное специалистами ЦУР, а также оценивается скорость отработки, качество ответов и ведение социальных сетей.

Таким образом, центр управления регионом направлен на быстрое реагирование обращений граждан, которые публикуются ими же в открытом доступе социальных сетях, на официальных страницах органов власти, в приложении «Госуслуги. Решаем вместе» и ПОС, но при этом ЦУР, не имеет целостного интернет-сервиса.

В перспективе ЦУР совместно с министерствами планирует создать ЧАТ-бот по часто задаваем вопросам для удобства жителей региона.

Благодаря Центрам управления регионами в каждом из них появилась тепловая карта, которая оперативно отображает статистику по обратной связи с жителями и наиболее острые вопросы и проблемы субъекта, а на основе аналитики ЦУР принимаются системные решения по их устранению.

Список литературы

1. Перечень поручений по итогам заседания Совета по развитию местного самоуправления (утв. Президентом РФ 01.03.2020 № Пр-354).

2. Об утверждении Правил предоставления субсидии из федерального бюджета автономной некоммерческой организации по развитию цифровых проектов в сфере общественных связей и коммуникаций «Диалог Регионы» на создание и обеспечение функционирования в субъектах Российской Федерации центров управления регионов и Правил создания и функционирования в субъектах Российской Федерации центров управления регионов : постановление Правительства Российской Федерации № 1844 от 16.11.2020.

3. Паспорт национального проекта «Национальная программа “Цифровая экономика Российской Федерации”» (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, № 7 протокол от 04.06.2019).

4. Об утверждении Положения о функционировании Центра управления регионом Пензенской области : постановление Правительства Пензенской области № 143-пП от 02.03.2022.

5. Большакова К. Ю., Климова А. В. Центры управления регионом как новая форма управленческой деятельности // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Государственное и муниципальное управление. 2022. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsentry-upravleniya-regionom-kak-novaya-forma-upravlencheskoj-deyatelnosti> (дата обращения: 23.09.2023).

6. Тушакова Е. А. Роль социальных медиа во взаимодействии власти и общества (на примере центра управления регионом Ямало-Ненецкого автономного округа) // Коммуникология. 2022. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-sotsialnyh-media-vo-vzaimodeystvii-vlasti-i-obsc-hestva-na-primere-tsentra-upravleniya-regionom-yamalo-nenetskogo-avtonomnogo> (дата обращения: 23.09.2023).

7. Центр управления регионом Пензенской области. URL: <https://penzoblast.information-region.ru/> (дата обращения: 23.09.2023).

8. ЦУР Пензенской области ВКонтакте. URL: <https://vk.com/tsur58> (дата обращения: 23.09.2023).

9. ЦУР Пензенской области Одноклассники. URL: <https://ok.ru/tsur58> (дата обращения: 23.09.2023).

10. ЦУР Пензенской области Telegram. URL: <https://t.me/tsur58> (дата обращения: 23.09.2023).

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АССИСТЕНТ ДЛЯ ПОИСКА МЕСТА НА ОТКРЫТЫХ ПАРКОВКАХ

А. А. Астанков¹, А. Г. Кравец²

*^{1,2}Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Россия*

¹lehaastankov5@mail.ru

²allagkravets@yandex.ru

Аннотация. С каждым годом уровень автомобилизации становится все выше, например, в России за последние 20 лет он вырос более чем в 2 раза (со 132 авто на 1000 человек до 330 авто на 1000 человек). С ростом автомобилизации возникает проблема паркинга, в связи с этим было принято решение разработать мобильное приложение «Интеллектуальный ассистент для поиска места на открытых парковках Волгограда». Чаще всего, приезжая в торговые центры и магазины, водитель не может найти место на открытых парковках, и ему приходится искать его продолжительное время. Это влечет увеличение загрязнения окружающей среды и рост количества ДТП, либо водителям приходится ставить свое авто в неподходящем месте (проезжая часть, тротуар), что приводит к неполному использованию проезжей части и дискомфорту прохожих. Приложение помогает решать эти проблемы за счет быстрой навигации до свободного парковочного места на близлежащих открытых парковках.

Ключевые слова: ассистент, парковка, мобильное приложение, разметка

INTELLIGENT ASSISTANT FOR FINDING A PLACE IN OPEN PARKING LOTS

A. A. Astankov¹, A. G. Kravets²

^{1,2} Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia

¹lehaastankov5@mail.ru

²allagkravets@yandex.ru

Abstract. Every year the level of motorization is getting higher, for example, in Russia over the past 20 years it has grown more than 2 times (from 132 cars per 1000 people to 330 cars per 1000 people). With the growth of motorization, the problem of parking arises, in connection with this, it was decided to develop a mobile application "Intelligent assistant for finding a place in the open parking lots of Volgograd". Most often, when coming to shopping malls and shops, the driver cannot find a place in open parking lots, and he has to look for it for a long time. This leads to an increase in environmental pollution and an increase in the number of accidents. Or drivers have to park their car in the wrong place (roadway, sidewalk), which leads to incomplete use of the

roadway and discomfort of passers-by. The app helps to solve these problems by quickly navigating to a free parking space in nearby outdoor parking lots.

Keywords: assistant, parking, mobile application, markup

В больших городах проблема поиска парковочного места является одной из наиболее важных. Парковка — это неотделимая часть офисного, жилого и административного комплексов, а также крупных объектов культурного отдыха людей, торговых и торгово-развлекательных центров [1].

Интеллектуальный ассистент – это программное обеспечение, которое может помочь пользователю в выполнении определенных задач. В случае с ассистентом для поиска мест на открытых парковках, программа использует данные о свободных местах на парковке, которые собираются с помощью сенсоров или камер, установленных на парковочных местах. Пользователь может получить информацию о наличии свободных мест на парковке и о том, где находятся эти места. Кроме того, ассистент может предложить оптимальный маршрут до свободного места и даже забронировать его.

Бытовые виртуальные ассистенты делятся на три больших группы:

- для управления устройством, универсальные. Приложения для ежедневного бытового использования, позволяющие осуществлять интернет-поиск, выполнять несложные поручения (например, заказ такси) и принимающие команды на естественном языке в виде текста или речи;

- для взаимодействия с бизнес-приложениями. Ассистенты, интегрированные в мобильные или веб-приложения различных компаний, упрощающие взаимодействия клиентов с компанией и автоматизирующие процесс этого взаимодействия;

- предметно-ориентированные сервисы. Приложения, направленные на решение специфических личных задач, связанных с проведением различных форм досуга, а также делового планирования.

Исходя из этого, было принято решение разработать виртуального ассистента водителя (VDA) в виде мобильного приложения. Основная цель VDA – помочь водителям найти подходящие парковочные места, в режиме онлайн контролировать доступность автостоянок и перенаправить водителей, когда количество свободных мест упадет до критического уровня. Алгоритм работы ассистента представлен на рис. 1.



Рис. 1. Алгоритм работы ассистента

Интеллектуальные ассистенты могут быть полезны в разных сферах деятельности, например, в бизнесе, медицине, образовании и т.д. Они помогают авто-

матизировать определенные процессы, снижают нагрузку на персонал и повышают эффективность работы.

В качестве базы данных используется MySQL. MySQL – это мощная система объектно-реляционных баз данных с открытым исходным кодом, которая использует и расширяет язык SQL в сочетании со многими функциями, которые безопасно хранят и масштабируют самые сложные рабочие нагрузки данных. Данная база данных заслужила хорошую репутацию благодаря своей проверенной архитектуре, надежности, целостности данных, надежному набору функций и хорошей расширяемости.

Разработка метода сбора данных является одной из ключевых задач разработки системы. Чтобы пользователи всегда получали достоверную, актуальную и своевременную информацию необходимо с определённой периодичностью выполнять подключение к камерам видеонаблюдения и мониторить парковочные места. Для этого потребуется перечень камер, к которым система может получить доступ.

Для отправки запроса пользователем предполагается использование мобильного приложения. Мобильные телефоны и смартфоны есть почти у каждого в современных городах и установить приложение не составляет никакого труда.

Распознавание автомобилей на кадре видео является классической задачей распознавания объектов. Существует много методов и подходов на основе машинного обучения, которые могут использоваться для распознавания. Для решения поставленных задач будет использоваться нейронная сеть распознавания Mask R-CNN [2].

Архитектура Mask R-CNN разработана таким образом, что она распознаёт объекты на всём изображении, эффективно тратя ресурсы. С современными графическими процессорами объекты в высоком разрешении распознаются на видео на скорости в несколько кадров в секунду [2].

Поиск освободившегося парковочного места осуществляется посредством метода Intersection Over Union. Данную метрику находят отношением площади пересечения к сумме площадей, иными словами, посчитав количество пикселей, где пересекаются два объекта и разделить на общее количество пикселей. Данный метод позволит легко определить свободна ли парковка.

Ответ пользователь получает посредством сообщения через мобильное приложение, которое обозначает место на карте.

Концепция системы позволяет организовать сервер, где будут присутствовать модули обработчика изображений, сборщика изображений и виртуального ассистента, реализованных на языке Python и с использованием его технологий машинного обучения (рис. 2).

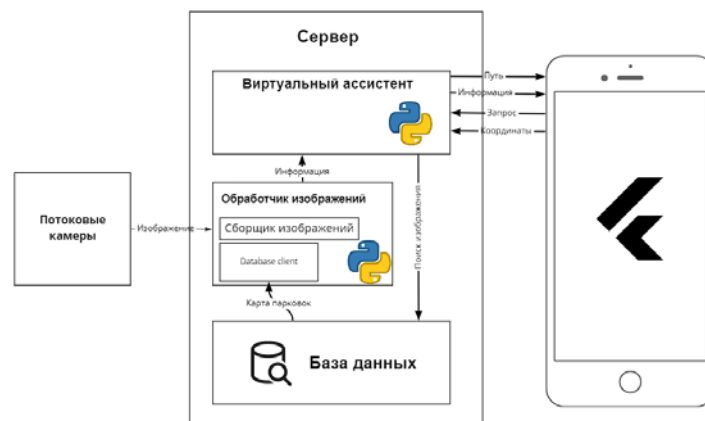


Рис. 2. Концептуальная модель системы

Мобильное приложение будет реализовано с использованием технологий Xamarin на языке программирования C#. MySQL будет выбрана в качестве базы данных, поскольку системе важна скорость и большая часть запросов будет направлена на чтение.

Взаимодействие между компонентами системы реализуется через API виртуального ассистента. Система разделена на 5 основных компонентов:

- виртуальный ассистент;
- обработчик изображений;
- сборщик изображений;
- мобильное приложение;
- база данных.

Виртуальный ассистент обеспечивает взаимодействие с пользователем мобильного приложения. В его функции входит обработка и валидация запроса, а также отправка ответа пользователю.

Сборщик изображений в определенные промежутки времени опрашивает доступные камеры, список которых находится в БД, и актуализирует карты парковочных мест. Помимо этого, позволяет добавить новые камеры в список доступных камер.

Обработчик изображений получает от API виртуального ассистента ссылку для подключения к камере, проверяет наличие свободных парковочных мест на видеопотоке и отправляет полученную информацию обратно в API виртуального ассистента.

База данных хранит карты парковочных мест с привязкой по адресу и направлению куда направлена камера.

С помощью мобильного приложения пользователь обращается к системе для поиска свободного парковочного места по заданному адресу [3].

Интерфейсы приложения изображен на рис. 3.

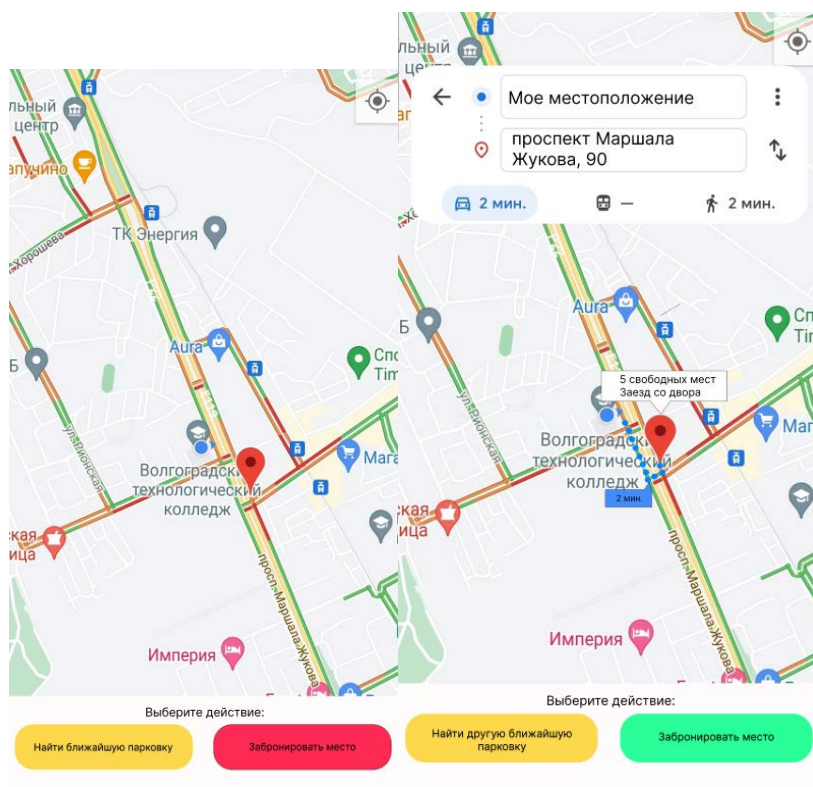


Рис. 3. Интерфейсы приложения

В заключение следует отметить, что создание интеллектуального ассистента для поиска мест на открытых парковках Волгограда может значительно упростить жизнь водителей и сократить время на поиски свободного места. Разработанный прототип ассистента показал высокую эффективность и точность в предоставлении информации о свободных парковочных местах. Однако, для более широкого использования, необходимо провести дополнительные тестирования и улучшения в алгоритмах работы ассистента. В целом, данная разработка является перспективной и может быть полезной как для водителей, так и для городских властей в планировании и оптимизации парковочных зон.

Список литературы

1. Киричук В. В., Грунев Д. В. Решение проблемы нехватки парковочных мест // VII Междунар. студ. электрон. науч. конф. (г. Великий Новгород, 15 февраля – 31 марта 2018 г.) / РАЕ. Великий Новгород, 2018. Т. 1. С. 50–52.
2. Kaiming H., Gkioxari G., Dollár P., Girshick R. Mask R-CNN // *Computer Vision and Pattern Recognition*. 2018. Vol. 3. No. 06870. URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1703.06870>
3. Кравец А. Г., Скоробогатченко Д. А., Агазян А. Р., Недоступов Д. О. Разработка клиент-серверного приложения динамического управления навигацией на открытых парковках // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2018. № 1. С. 49–61. doi: 10.24143/2072-9502-2018-1-49-61

СОДЕРЖАНИЕ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ

<i>Грушевский А. А., Деев М. В., Финогеев А. Г.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦИФРОВОГО ПОРТФОЛИО ОБУЧАЮЩЕГОСЯ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ.....	3
<i>Голосова С. М., Савинова К. Д., Дорофеева О. С.</i> ЭТАПЫ КОМПИЛЯЦИИ И РЕАЛИЗАЦИИ ТРАНСЛЯТОРА НА ЯЗЫКЕ ЛОГИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПРОЛОГ.....	6
<i>Игошин И. В., Глотова Т. В., Ширканов А. В.</i> ПОДСИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ УНИВЕРСИТЕТА.....	9
<i>Кулаков Д. А., Подмарькова Е. М.</i> РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ СИСТЕМЫ ИНТЕРАКТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....	12
<i>Логинова В. Е.</i> ЦИФРОВЫЕ ПЛАТФОРМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРОЦЕССОВ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ С ПОВЫШЕННОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ НАГРУЗКОЙ НА УЧАСТНИКОВ.....	15
<i>Самуйлов С. В., Самуйлова С. В.</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАК МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ.....	18
<i>Соловьев Д. Д.</i> МОБИЛЬНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ВЕДЕНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО СЛОВАРЯ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ.....	22
<i>Исаев С. Д., Гармаш Р. П., Эпп В. В.</i> ОБЗОР ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ АЛГОРИТМОВ ТРАССИРОВКИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ.....	26

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОНОМИКЕ, МЕДИЦИНЕ И УПРАВЛЕНИИ СОЦИАЛЬНЫМИ СИСТЕМАМИ

<i>Адамова А. В.</i> ОСОБЕННОСТИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛА ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ В СРЕДЕ МАТЛАВ ДЛЯ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА.....	28
<i>Бурукина И. П., Ольтьян А. О., Чельщикова Н. А.</i> ИНФОРМАЦИОННАЯ ПЕРЕГРУЗКА И ЦИФРОВОЙ ДЕТОКС.....	31
<i>Алферьев Д. В., Гудков А. А., Евсеева Ю. И.</i> ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВРАЧЕЙ, ПАЦИЕНТОВ И АПТЕК.....	35
<i>Дубинин А. В., Ручкин М. А.</i> РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ МОДУЛЬНОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ УСТАНОВКИ.....	39

Евсеева Ю. И., Гудков А. А., Шиберина Н. В. СИСТЕМА ОНЛАЙН-БРОНИ ГОСТИНИЦ ПО ВСЕМУ МИРУ	42
Карташов И. С., Привалова С. В. РАСЧЕТ ВАРИАТИВНОСТИ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ СРЕДСТВАМИ SCILAB	44
Касимовская А. Д., Бождай А. С. РАЗРАБОТКА БАЗЫ ЗНАНИЙ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ВРАЧА-РЕФЛЕКСОТЕРАПЕВТА	47
Киреев Н. А., Кильчанова А. Д. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА GRADIENT BOOSTING ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ АКТИВНОСТИ ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ ДАННЫХ АКСЕЛЕРОМЕТРА	51
Киреев Н. А., Кильчанова А. Д. ПРЕДОБРАБОТКА ДАННЫХ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ЛИНЕЙНЫХ МЕТОДОВ КЛАССИФИКАЦИИ АКТИВНОСТИ ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ ДАННЫХ АКСЕЛЕРОМЕТРА.....	54
Олейников Г. К. КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБНАРУЖЕНИЯ ИШЕМИИ НА АНАЛИЗЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ.....	57
Пичугин А. Ю., Савельев М. В., Пудовкин С. А. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ДИЕТЫ	60
Рябова Е. П. ТЕХНОЛОГИИ ОБНАРУЖЕНИЯ ПАДЕНИЙ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ	64
Хомутцов С. В., Кравец А. Г. ИГРОВОЙ ПОДХОД К ДИАГНОСТИКЕ ДЕПРЕССИИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ПОВЕДЕНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ	66
Чьонг Тхи Лан Нхи МНОГОЭЛЕКТРОДНАЯ СИСТЕМА ЭЛЕКТРОКАРДИОЛОГИЧЕСКОГО СКРИНИНГА	71
Артапов О. Р., Шлыков А. А., Труханов А. М. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЭПИДЕМИИ.....	74
Шульмин А. Н., Бождай А. С. РАЗРАБОТКА ИНТЕРНЕТ-ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ НЕКОММЕРЧЕСКИХ СОБЫТИЙ И ВСТРЕЧ НА ОСНОВЕ ИНТЕРЕСОВ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ.....	76
Юданов В. А., Шлыков А. А., Барышев С. В. ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ 3D-МОДЕЛИ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ ЧЕЛОВЕКА СРЕДСТВАМИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ.....	80
СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА	
Агарков Д. С., Кравец А. Г., Константинов А. А. КОМБИНИРОВАННЫЙ СПОСОБ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗОК ГЕНЕРИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ	84

Акмашев С. В., Балашова И. Ю. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТОХАСТИЧЕСКИХ И ГРАДИЕНТНЫХ ПОДХОДОВ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ МАРШРУТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКИ.....	87
Печерский А. В., Балалаева Я. С. О ПРОБЛЕМАХ КОММУНИКАЦИЙ С ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ.....	91
Безрученко А. Ю., Кравец А. Г. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ ГЕТЕРОГЕННЫХ ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЯ СИНГУЛЯРНОГО РАЗЛОЖЕНИЯ	95
Горбаченко В. И. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ, НЕЙРОННЫЕ СЕТИ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ.....	97
Гришин Е. В., Гурьянов Л. В. ПРИМЕНЕНИЕ КОТЛИН СОПРОГРАММ В ЗАПРОСАХ К ГРАФОВОЙ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ	106
Иванов А. А., Тимошин В. С., Кашицин Н. А. АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ВООРУЖЕННОГО КОНФЛИКТА НА ОСНОВАНИИ НОВОСТНЫХ ДАННЫХ.....	109
Кожевникова А. В. ОСВЕТЛЕНИЕ УЧАСТКОВ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ	112
Кревский М. И. ВЕКТОРНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ.....	115
Кревский М. И. ПРИМЕНЕНИЕ РЕКУРРЕНТНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПРЕДСКАЗАНИЯ ПОВЕДЕНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ	119
Колесников О. В., Куликов Д. Г. СИСТЕМА ОПОВЕЩЕНИЯ СОТРУДНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ О ВОЗНИКНОВЕНИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ	123
Майорова А. Р., Карамышева Н. С. ВОЗМОЖНОСТИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РАМКАХ ПРИЕМНОЙ КАМПАНИИ РЕГИОНАЛЬНОГО ВУЗА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЗАИНТЕРЕСОВАННОСТИ АБИТУРИЕНТОВ	126
Бурукина И. П., Мамелина Ю. В. СЕРВИСЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОНАЛЬНОСТИ РЕЧИ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ.....	130
Сахно Н. С., Новосельцев А. А. ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЯХ.....	135
Лысак С. В., Ковешников Я. Е., Эпп В. В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ПРОГРАММЫ CATTRANSLATE.....	139
Усенко П. В., Манцерова П. Е., Эпп В. В. ОБЗОР БИБЛИОТЕК RUTRON ДЛЯ РАБОТЫ С ГРАФИКОЙ И ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ.....	141

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕДАЧИ, ХРАНЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Борзин Р. Ю. РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ И МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ КИБЕРФИЗИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ДАННЫХ МОНИТОРИНГА	144
Гасанова В. А., Пушкарева А. В. РАЗВИТИЕ ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ АРИТМИИ	147
Горбунов Н. А., Мамелина Ю. В., Тимонин А. Ю. ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ UNITY-ПРИЛОЖЕНИЙ С ПЕРЕНОСИМЫМИ УСТРОЙСТВАМИ ПО ПРОТОКОЛУ BLUETOOTH LOW ENERGY	149
Дурнова Е. М., Серов Р. В., Бобрышева Г. В. ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ КОМПЬЮТЕРНОГО КЛУБА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ	153
Калугин А. А., Гурьянов Л. В. СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ НЕИСКАЖАЮЩЕГО СЖАТИЯ: АЛГОРИТМ ХАФФМАНА, RLE, АРИФМЕТИЧЕСКОЕ КОДИРОВАНИЕ	157
Нагаев М. Т., Кожевникова А. В. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММ НА GOLANG	160
Ганиева А. А., Козлов С. В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОЕКТИВНОЙ ГЕОМЕТРИИ В BLENDER ДЛЯ СОЗДАНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ СЦЕН	168
Гращенков Н. Р., Козлов С. В. СОЗДАНИЕ ВОСЬМИБИТНОГО СУММАТОРА В ВИДЕОИГРЕ «MINESHAFT»	174
Колягин В. С., Гурьянов Л. В. ПРИМЕНЕНИЕ JETPACK COMPOSE В РАЗРАБОТКЕ ANDROID-ПРИЛОЖЕНИЯ УЧЕТА РАБОЧЕГО ВРЕМЕНИ	179
Краснов А. Е., Салиев В. Р. АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СИСТЕМ ДИАГНОСТИКИ НЕИСПРАВНОСТИ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ	182
Кудашов А. С., Агапова В. А., Дьячков Д. А., Левин А. А. СРАВНЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ СУБД DB40 И ОБЪЕКТНО- РЕЛЯЦИОННОЙ СУБД POSTGRESQL В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОБЪЕМА ВЫБОРКИ	185
Тимонин А. Ю., Макеев Д. И., Филиппов О. Р. ТРУДНОСТИ РАЗРАБОТКИ СВОБОДНОГО СИСТЕМНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ УСТРОЙСТВ НА АРХИТЕКТУРЕ ARM	191
Митрохин А. С. ПОСТАНОВКА ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ПОДТВЕРЖДЕНИЮ ГИПОТЕЗЫ О ВРЕМЕНИ ОБРАБОТКИ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ФИЛЬТРАЦИИ СОБЫТИЙ	195

Рогожников Е. Д. ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ КИБЕРФИЗИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ В УСЛОВИЯХ ДИНАМИЧНОЙ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ	199
Сахно Н. С. ПРОЦЕСС АВТОРИЗАЦИИ С ПОМОЩЬЮ JSON WEB TOKEN В ANDROID-ПРИЛОЖЕНИИ.....	203
Следнева К. Е. ДАТАСЕТ КАК СПОСОБ ХРАНЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ	205
Трошин А. А., Бождай А. С. РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ГИТАРИСТА.....	210
Бурукина И. П., Финаев М. А., Селиверстова А. М. АЛГОРИТМ РАСПОЗНАВАНИЯ МУЗЫКАЛЬНЫХ ПРОИЗВЕДЕНИЙ	214
Чапаев И. А., Дюжева А. Н., Балашова И. Ю. ОСОЗНАННОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ЖИЗНИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ.....	218
Чернышов А. В. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ДОЛГОВРЕМЕННОГО ЭЛЕКТРОННОГО АРХИВА НА ОПТИЧЕСКИХ ДИСКАХ ДЛЯ НЕБОЛЬШОЙ ОРГАНИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ АРХИВА ДЛЯ МУЗЕЯ ИСТОРИИ ДЕТСКОГО ДВИЖЕНИЯ	222
Шибанов С. В., Гусаров А. С., Шлепнев Я. С. ТИРАЖИРОВАНИЕ И СИНХРОНИЗАЦИЯ МЕТАДААННЫХ В МИКРОСЕРВИСНЫХ ПРИЛОЖЕНИЯХ.....	226
Волков А. Ю., Быченкова А. П., Козюков В. Р., Эпп В. В. ОБЗОР ЭЛЕМЕНТА CANVAS И ЕГО КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕГО ПРОСТРАНСТВА В UNITY	231
Горбунов Н. А., Эпп В. В. ИНТЕГРАЦИЯ JAVA ПЛАГИНА В СРЕДУ РАЗРАБОТКИ UNITY С ПОМОЩЬЮ ANDROIDJAVAOBJECT И ANDROIDJAVACLASS.....	234
Александров В. С., Кирюткин И. А., Сафронов Д. В., Коннов Н. Н. КРОССПЛАТФОРМЕННЫЙ РЕДАКТОР ДИАГРАММ МИКРОПРОГРАММНОЙ ЛОГИКИ.....	238
Захарова Н. А., Фионова Л. Р. РАБОТА ЦЕНТРОВ УПРАВЛЕНИЯ РЕГИОНОМ В РОССИИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ	242
Астанков А. А., Кравец А. Г. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АССИСТЕНТ ДЛЯ ПОИСКА МЕСТА НА ОТКРЫТЫХ ПАРКОВКАХ	247

Научное издание

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ (НИТиС-2023)

Сборник научных статей по материалам
XX Международной научно-технической конференции,
посвященной 80-летию юбилею
Пензенского государственного университета

г. Пенза, 16–17 ноября 2023 г.

Материалы печатаются в авторской редакции

Корректор *Т. Н. Судовчихина*
Компьютерная верстка *Ю. В. Ануровой*
Дизайн обложки *И. В. Шваревой*

Подписано в печать 15.11.2023.
Формат 60×84¹/₈. Усл. печ. л. 29,99.
Тираж 22. Заказ № 630.

Издательство ПГУ.
440026, г. Пенза, ул. Красная, 40.
Тел.: (8412) 66-60-49, 66-67-77; e-mail: iic@pnzgu.ru

Вниманию авторов!

Издательство ПГУ выпускает учебную, научную и художественную литературу, презентационную и акцидентную продукцию, а также полноцветные юбилейные и мемориальные издания в соответствии с ГОСТ 7.60–2003.

Издательство ПГУ принимает к изданию рукописи, подготовленные с использованием текстового редактора Microsoft Word for Windows версий **2003 и выше**. Формат – А4, основной шрифт – Times New Roman, 14–16 pt через одинарный интервал (минимальный размер шрифта в таблицах и сносках – 12,5 pt). Тип файла в электронном виде – doc, docx.

Работа должна содержать индекс УДК, аннотацию.

Аннотация (ГОСТ 7.86–2003, ГОСТ 7.9–1995) включает характеристику основной темы, проблемы объекта, цели работы и ее результаты. В аннотации указывают, что нового несет в себе данный документ в сравнении с другими, родственными по тематике и целевому назначению. Аннотация может включать сведения о достоинствах произведения. Текст аннотации начинают фразой, в которой сформулирована главная тема документа. Заканчивается аннотация читательским адресом.

Рисунки и таблицы должны быть размещены в тексте после ссылки на них (растровые рисунки представляются в виде отдельных файлов в формате jpg, BMP с разрешением 300 dpi, векторные рисунки в формате Corel Draw с минимальной толщиной линии 0,75 pt. (Рисунки должны быть доступны для правки!). Рисунки должны сопровождаться подрисовочными подписями, на все рисунки и таблицы в тексте должны быть ссылки.

Формулы в тексте выполняются только в редакторе формул **MathType версия 5.0** и выше. Символы греческого и русского алфавита должны быть набраны прямо, нежирно; латинского – курсивом, нежирно; обозначения векторов и матриц – прямо, жирно; цифры – прямо, нежирно. Наименования химических элементов набираются прямо, нежирно. Эти же требования необходимо соблюдать и в рисунках.

В списке литературы **нумерация источников** должна соответствовать очередности ссылок на них в тексте ([1], [2], ...). Номер источника указывается в квадратных скобках. Требования к оформлению списка литературы на русские и иностранные источники (ГОСТ 7.1–2003): для книг – фамилия и инициалы автора, название, город, издательство, год издания, том, количество страниц; для журнальных статей, сборников трудов – фамилия и инициалы автора, название статьи, полное название журнала или сборника, серия, год, том, номер, страницы; для материалов конференций – фамилия и инициалы автора, название статьи, название конференции, город, издательство, год, страницы.

К материалам **должна** прилагаться следующая информация: фамилия, имя, отчество, контактные телефоны.

Контакты Издательства ПГУ: (8412) 56-47-33, 36-84-91. E-mail: iic@pnzgu.ru

