

ПЕТРОЗАВОДСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

XVII Всероссийская научно-практическая конференция

Цифровые технологии в образовании, науке, обществе

2023

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ
Петрозаводск, 22 - 24 ноября, 2023



it2023@petsu.ru
<https://it2023.petsu.ru>

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации ■ Петрозаводский государственный университет ■ Московский международный университет ■ ООО «Интернет-бизнес-системы» ■ ООО «Ай-ФОРС» ■ ООО «СофтСноу»

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ, НАУКЕ, ОБЩЕСТВЕ

Материалы XVII Всероссийской
научно-практической конференции

Петрозаводск, 22–24 ноября 2023 года

Петрозаводск
Издательство ПетрГУ
2023

ISBN 978-5-8021-4161-8

© Коллектив авторов, 2023
© Петрозаводский государственный университет, 2023

УДК 37
ББК 74.0

Редакционная коллегия:
О. Ю. Насадкина (отв. редактор),
М. Н. Иванов,
С. А. Кадетова,
А. Г. Марахтанов

Ц752 Цифровые технологии в образовании, науке, обществе : материалы XVII Всероссийской науч.-практ. конф. (Петрозаводск, 22—24 ноября 2023 года) / отв. ред. О. Ю. Насадкина ; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования Петрозав. гос. ун-т. — Петрозаводск : Издательство ПетрГУ, 2023. — 1 CD-ROM. — Систем. требования: PC, MAC с процессором Intel 1,3 ГГц и выше; Microsoft Windows, MAC OSX; 256 Мб (RAM); Adobe Reader; дисковод CD-ROM. — Загл. с титул. экрана. — Текст: электронный.

ISBN 978-5-8021-4161-8

Издание включает материалы XVII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной вопросам внедрения и использования современных цифровых технологий в образовании, науке, обществе. Тематика сборника: современная цифровая образовательная среда, технологии искусственного интеллекта для решения отраслевых задач, исследования и разработки в сфере ИТ, отечественное программное обеспечение, компьютерное и телекоммуникационное оборудование.

УДК 37
ББК 74.0

Научное электронное издание
Минимальные системные требования:
PC, MAC с процессором Intel 1,3 ГГц и выше; Microsoft Windows,
MAC OSX; 256 Мб (RAM); Adobe Reader; дисковод CD-ROM

© Коллектив авторов, 2023
© Петрозаводский государственный университет, 2023

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Председатель – Коржов С. Т.*к.т.н., доцент, первый проректор ПетрГУ***Балашов Д. И.***к.ф.-м.н., директор физико-технического института ПетрГУ***Барский Е. Д.***начальник управления информационных технологий ФГБОУ ВПО «Московский педагогический государственный университет»***Боговяленский Ю. А.***к.т.н., зав. кафедрой информатики и математического обеспечения ПетрГУ***Горвиц Ю. М.***к.п.н., генеральный директор Центра современного образования***Егоркина Е. Б.***директор департамента информационных технологий АНОВО Московский международный университет***Ершова Н. Ю.***к.ф.-м.н., зав. кафедрой информационно-измерительных систем и физической электроники ПетрГУ***Иванов М. Н.***к.э.н., заместитель генерального директора ООО «СофтСноу»***Кипрушкин С. А.***зам. директора РЦНИТ ПетрГУ***Корзун Д. Ж.***к. ф.-м. н., доцент кафедры информатики и математического обеспечения ПетрГУ***Марахтанов А. Г.***директор ООО «Интернет-бизнес-системы», директор ЦИИ ПетрГУ***Насадкина О. Ю.***к.т.н., директор РЦНИТ ПетрГУ***Печников А. А.***д.т.н., к.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник Лаборатории математической кибернетики Института прикладных математических исследований КарНЦ РАН***Попова И. А.***к.т.н., главный специалист Департамента информационных систем, старший научный сотрудник лаборатории информационных технологий, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики***Рогов А. А.***д.т.н., проф., зав. каф. теории вероятностей и анализа данных ПетрГУ***Светова Н. Ю.***к.ф.-м.н., директор института математики и информационных технологий ПетрГУ***Семёнов А. В.***к.ф.-м.н., доцент кафедры информационно-измерительных систем и физической электроники, начальник отдела сопровождения проектов ЦИИ ПетрГУ***Сытник А. А.***д.т.н., член-корр. РАО, проф., лауреат премии Президента РФ в области образования, зав. кафедрой Саратовского ГТУ им. Гагарина Ю.А.***Чельшев Н. Д.***к.т.н., директор по обучению ООО «Ай-ФОРС»*

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Председатель – Насадкина О. Ю.*к.т.н., директор РЦНИТ ПетрГУ***Зам. председателя – Марахтанов А. Г.***директор ЦИИ ПетрГУ***Ответственный секретарь – Кадетова С. А.***вед. специалист РЦНИТ ПетрГУ***Бодрякова А. С.***менеджер проектов ООО «Интернет-бизнес-системы»***Голубев Е. В.***зав. исследовательской лаборатории функционирования информационной инфраструктуры РЦНИТ ПетрГУ***Кипрушкин С. А.***зам. директора РЦНИТ ПетрГУ***Романова А. А.***ведущий специалист ЦИИ ПетрГУ***Сафронова Л. М.***зам. гл. бухгалтера ПетрГУ***Семенов А. В.***к.ф.-м.н., доцент кафедры информационно-измерительных систем и физической электроники, начальник отдела сопровождения проектов ЦИИ ПетрГУ***Суворов И. О.***начальник отдела телекоммуникационных систем и сетевых технологий РЦНИТ*

РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА КАССЫ САМООБСЛУЖИВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ RFID

© Анисимов Н. Н., Волкова Е. Ф., Суровцова Т. Г.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

tsurovceva@petsu.ru

В работе представлен прототип кассы самообслуживания, который основан на RFID-технологии. Система работает в рамках IoT-концепции, включает аппаратные компоненты и программное обеспечение. Проект демонстрирует применимость RFID-технологии в розничной торговле, особенно для продажи дорогостоящих товаров.

Ключевые слова: кассы самообслуживания, RFID, IoT-решения, бесконтактная оплата, аппаратно-программные комплексы.

DEVELOPMENT OF A SELF-SERVICE CHECKOUT PROTOTYPE USING RFID TECHNOLOGY

© Anisimov N. N., Volkova E. F., Surovtsova T. G.

Petrozavodsk State University

Petrozavodsk

The article presents a prototype of a self-service checkout based on RFID technology. The system operates within the IoT concept, encompassing hardware components and software. The project showcases the applicability of RFID technology in retail, particularly for the sale of high-value items.

Key words: self-service checkouts, RFID, IoT solutions, contactless payment, hardware-software complexes.

Клиентский опыт оформления и оплаты покупки в магазинах в последние годы был расширен появлением касс самообслуживания, которые используют различные технологии, позволяющие исключить человека из бизнес-процесса оплаты выбранного покупателем товара. Подобные решения имеют ряд преимуществ как для потребителей, так и для продавцов. Кассы самообслуживания в первую очередь снижают затраты на персонал, но также экономят время покупателя, позволяют ему самостоятельно регулировать процесс оплаты. Возникают и проблемы, связанные с безопасностью и мошенничеством со стороны клиентов магазинов, которые могут не считывать все позиции, если для учета используются различные виды штрихового кодирования. В этом случае, возможно использование RFID-меток, которые крепятся к каждой единице товара. Подобные решения особенно актуальны для магазинов, осуществляющих торговлю достаточно дорогими изделиями, например одеждой.

Целью работы является разработка прототипа кассы самообслуживания, которая позволяет сделать процесс оформления покупки бесконтактным и более быстрым. Система включает несколько аппаратных компонентов, таких как RFID-считыватели, RFID-метки, а также приложение, которое организует работу системы.

Реализованный прототип выполняет следующие действия: покупатель выбирает товары, которые он хочет приобрести; все товары складываются рядом со считывателем; системы сканирует все товары и проверяет его наличие в базе данных; отображается список товаров в корзине; покупатель может ознакомиться со списком товаров и подтвердить покупку; в случае подтверждения выводится сообщение об успешной покупке; после покупки товары удаляются из базы данных.

Системы подобного вида являются IoT-решениями и включают следующие четыре компонента: конечные устройства, ПО, коммуникацию и платформу. В качестве данных компонентов для реализации прототипа были использованы:

1. В качестве конечного устройства используется RFID-считыватель, получающий информацию о RFID-метках и публикующий ее на MQTT-сервере.

2. Для прототипа кассы самообслуживания было создано программное обеспечение, реализующее:

- вывод на экран списка товаров (меток), сканированных RFID-считывателем;
- хранение товаров (меток) с помощью базы данных Redis;
- возможность покупки – удаление меток из базы данных.

3. Для коммуникации между конечным устройством и платформой используется MQTT протокол, работающий по принципу издатель-подписчик.

4. В качестве платформы выбрана платформа shiftr.io [1], реализующая связь между устройствами по MQTT протоколу.

Для реализации конечного устройства использовались следующие комплектующие: в качестве контроллера – плата Arduino Mega 2560; для считывания меток – модуль RC522; для идентификации меток – их UID; для подключения к интернету – модуль ESP-01 на чипе ESP8266.

Для написания программного кода для Arduino была использована среда разработки Arduino IDE, где необходимо подключить библиотеки, описанные ниже [2]:

- WiFiEsp.h – для подключения к интернету с помощью ESP-01;
- PubSubClient.h – для MQTT-клиента;
- MFRC522.h – для работы с RC522;
- SPI.h – для протокола SPI, используемого в RC522.

Конечное устройство считывает данные RFID-метки и публикует их на MQTT платформу shiftr.io в тему /buylist. ПО представляет собой программу на языке Python, которая подключается к брокеру MQTT и использует базу данных Redis для хранения информации о товарах (метках).

Для получения сообщений необходимо подписаться на тему /buylist.

Программный код был написан в среде разработки VSCode с использованием следующих библиотек:

- random – для генерации идентификатора клиента;
- redis – для подключения и взаимодействия с базой данной Redis;
- paho.mqtt.client – для подключения к брокеру MQTT, подписки на тему и получения опубликованных сообщений;
- os – для очистки экрана консоли;
- keyboard – для взаимодействия пользователя с системой.

Программа формирует список товаров, считывая RFID-метки, проверяет их наличие в базе данных Redis и дает возможность подтвердить покупку, после которой удаляет UID меток из базы данных.

Разработанный прототип кассы самообслуживания с использованием технологии RFID может сделать процесс покупки более простым. Для пилотного использования прототипа потребуются интеграция с базами данных с артикулами товаров, а также подключение системы оплаты.

Библиографический список

1. Официальный сайт платформы shiftr.io [Электронный ресурс]. URL: <https://www.shiftr.io/>.
2. Arduino RFID Library for MFRC522 [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/miguelbalboa/rfid>.

МНОГОФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ АНКЕТИРОВАНИЯ РОССИЙСКИХ ЭМИГРАНТОВ ПРАЖСКИМ КОМИТЕТОМ В 1929–1930 гг.

© Антощенко А. В., Кривоноженко А. Ф., Мадрахимова Д. С.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

antoshchenko@yandex.ru

В докладе представлены результаты анализа анкет российских пореволюционных эмигрантов с высшим образованием, собранных Пражским комитетом по ознаменованию 175-летия Московского университета. Авторы определяют возможности и принципы применения информационных технологий для выявления количественных характеристик респондентов и установления корреляционных связей между факторами, влиявшими на их «жизненную траекторию» в эмиграции. Особое внимание уделено выявлению ограничений и перспектив построения динамической модели типологизации их различных групп в зависимости от влияния пространственно-временных факторов.

Ключевые слова: российская пореволюционная эмиграция, информационные технологии, многофакторный анализ.

MULTIFACTOR ANALYSIS OF THE RESULTS OF A SURVEY OF RUSSIAN EMIGRANTS BY THE PRAGUE COMMITTEE IN 1929–1930

© Antoshchenko A. V., Krivonozhenko A. F., Madrakhimova D. S.

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

The report presents the results of an analysis of questionnaires of Russian post-revolutionary emigrants with higher education, collected by the Prague Committee to commemorate the 175th anniversary of Moscow University. The authors determine the possibilities and principles of using information technologies to identify the quantitative characteristics of respondents and establish correlations between factors that influenced their «life trajectory» in emigration. Particular attention is paid to identifying the limitations and prospects for constructing a dynamic model for typologizing their various groups depending on the influence of spatiotemporal factors.

Key words: Russian post-revolutionary emigration, information technology, multifactor analysis.

Изучение с применением математических методов и информационных технологий результатов анкетирования российских пореволюционных эмигрантов с высшим образованием, проведенного Пражским комитетом в конце 1929 – начале 1930 гг., является частью поддержанного РНФ проекта «Празднование 175-летия Московского университета и академическое сообщество пореволюционной российской эмиграции». Оно позволяет дополнить теоретико-методологические новации в изучении коллективной памяти особых социальных групп новейшими подходами в математике и кибернетике. Празднование включало мероприятия по проведению торжеств в столицах стран-реципиентов, сбор воспоминаний об университете и анкетирование выпускников высших учебных заведений, оказавшихся вследствие революции 1917 г. за рубежом. В отличие от предшественников, наметивших пути изучения принципов формирования и оценки результатов анкетирования [2, с. 200–201; 3; 4] наш коллектив решил пойти по пути проблематизации и дополнения изучаемых данных [1]. Проблема была сформулирована следующим образом: как вынужденная эмиграция сказалась на «жизненных траекториях» (прежде всего – карьерных) и насколько зафиксированные и дополненные в ходе изучения (в интернете выявлялась информация о местах рождения и датах жизни) данные анкет позволяют оценить влияние связанных с ними факторов на характер этих траекторий.

В анкетах приводились ФИО и данные о годе окончания вуза, факультете / отделении, названии ВУЗа, а, значит, и о месте его расположения, данные о деятельности в России и за рубежом. На первом этапе историками была дана экспертная оценка карьеры тех респондентов, которые представили достаточно развернутую характеристику своей деятельности в России и за рубежом. Оценка сводилась к трем характеристикам: нисходящая, стабильная и восходящая. Затем была создана схема расчета типа карьеры. Метрики K вычисляются для текста карьеры в России и текста карьеры за рубежом отдельно – всего четыре метрики. Две итоговые метрики K представляют собой разность K для восходящего типа карьеры и K для нисходящего типа. Когда метрики K вычислены, они поступают на вход классификатору. Несмотря на то, что метрики рассчитаны для двух типов, классификатор определяет один из трех возможных типов карьеры, т. к. обучающая выборка включает все допустимые типы.

Схема получения метрик оценки текста для классификации

Пусть K – метрика, характеризующая текст по восходящему или нисходящему типу карьеры в каждой анкете. K равно количеству слов в анкете, попадающих в одну из непересекающихся выборок S , соответствующих одному типу карьеры.

Выборки S формируются из совокупности слов во всех анкетах с предопределенным типом карьеры путем подсчета частот слов.

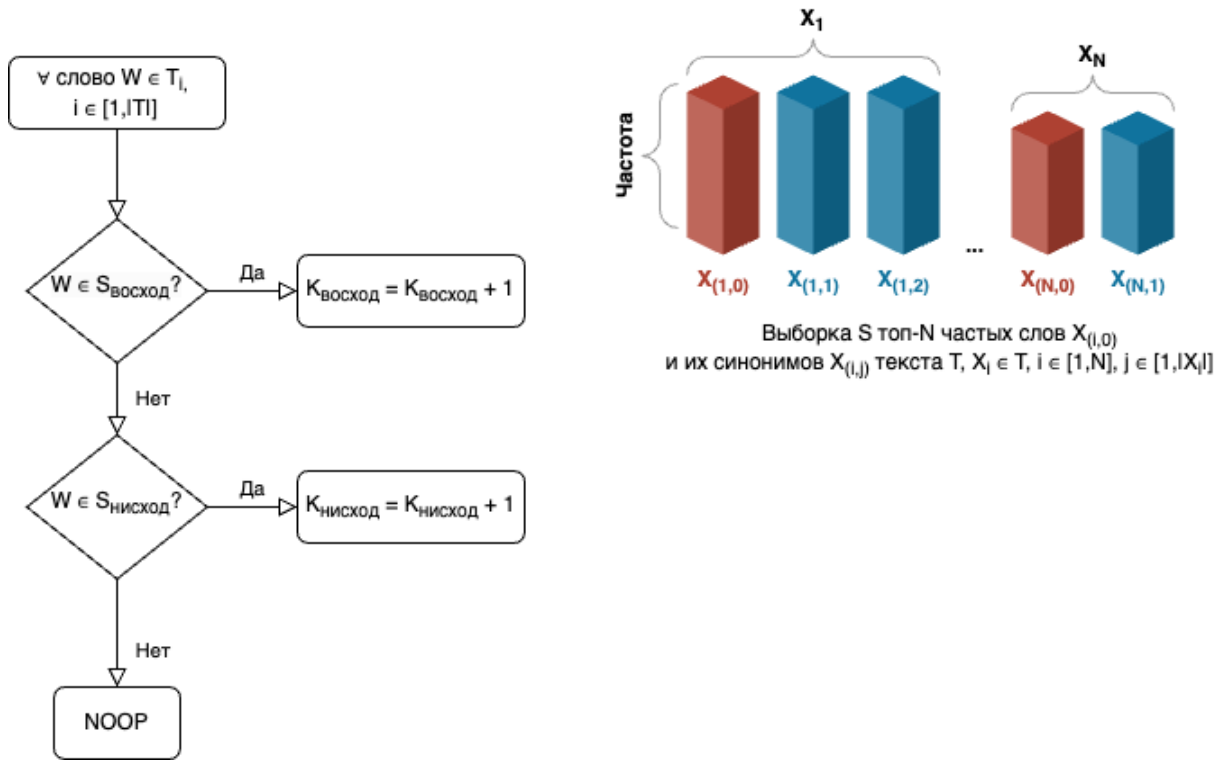


Рис. 1. Схема расчета метрик для характеристики текста анкеты

Для корректировки результатов машинной оценки предстоит сплошная проверка ее результатов экспертами-историками, что едва ли можно отнести к позитивному результату.

На втором этапе были проведены исследования, направленные на проверку гипотез о влиянии пространственно-временных характеристик на карьеру, т. е. (Г-1) влияние возраста окончания вуза, а, следовательно, в большинстве случаев и возраста во время эмиграции (гипотеза – молодые лучше приспосабливаются к новым условиям); времени окончания (особо выделено (Г-2) время Первой мировой войны и революции, которые оценивались как негативные факторы, не позволившие «набраться опыта» после окончания вузов); (Г-3) направленности и содержания образования (естественное/гуманитарное – с гипотезой о преимуществах первого, носящего интернациональный характер, тогда как второе больше носит национальный характер); (Г-4) столичного или провинциального положения вуза (гипотеза – первые готовили лучше вторых) и места проживания респондентов.

В результате исследования данных большинство указанных гипотез получили подтверждение. Лишь в отношении первой гипотезы (Г-1) вывод был – неверна, т. к. у молодых выпускников преобладал нисходящий тип карьеры, у зрелых выпускников стабильный и нисходящий типы сравнивались, а доля восходящего типа больше.



Рис. 2. Статистика по гипотезе 1 «Возраст респондента»

Для проверки оценки на основе интегрированных показателей было решено провести исследование с использованием «подвижной шкалы» фиксации возраста, т. е. разбить респондентов на группы по десятилетиям выпуска:

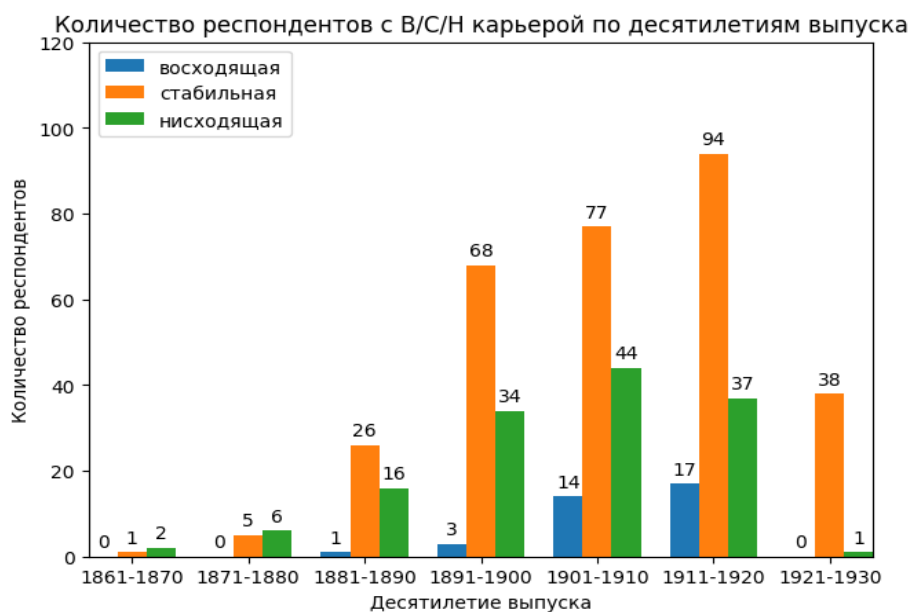


Рис. 3. Показатели типов карьерной траектории по десятилетиям выпуска

В результате стало очевидно, что гипотеза «работает», т. к. удельный вес восходящих и стабильных карьер у выпускников более позднего времени (а, следовательно, и более молодых на время эмиграции) выше, чем у окончивших вузы раньше. Теперь предстоит рассчитать корреляцию между возрастом и годом окончания и значение удельного веса тех, кто окончил вузы в предреволюционное время в рамках не десятилетнего, а годового интервала. Последнее важно для понимания того, какой примерно промежуток времени был достаточен, чтобы получить опыт, обеспечивающий стабильную или восходящую карьеру в условиях резкого изменения жизненных условий вследствие войны, революции и эмиграции.

Библиографический список

1. Антощенко А. В. Празднование 175-летия Московского университета в русском зарубежье (о методиках исследования) // Вестник Омского университета. Серия «Исторические науки». 2023. Т. 10. № 1. С. 61–68. DOI: 10.24147/2312-1300.2023.10(1).61-68.
2. Волошина В. Ю. Ученый в эмиграции: проблемы социальной адаптации ученых-эмигрантов сквозь призму «персональной истории». Омск: Изд-во Омского гос. ун-та, 2010. 218 с.
3. Вьюницкая Е. В., Пивовар Е. И. Анкета Пражского комитета по ознаменованию 175-летия Московского университета в его фонде в ГАРФ // Отечественные архивы. 2018. № 5. С. 37–44.
4. Вьюницкая Е. В. Выпускники Московского университета по данным анкеты Пражского комитета по ознаменованию 175-летия Московского университета // Гуманитарий: актуальные проблемы гуманитарной науки и образования. 2019. Т. 19. № 2. С. 137–149. DOI: 10.15507/2078-9823.046.019.201902.137-149.

К СОЗДАНИЮ СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ОПАСНЫХ СИТУАЦИЙ В ОБЩЕСТВЕННЫХ МЕСТАХ

© Баженов Н. А., Рыбин Е. И., Корзун Д. Ж.

Петрозаводский государственный университет
Петрозаводск
bazhenov@cs.petsu.ru

В работе представлена система видеонаблюдения (VSS), предназначенная для мониторинга ситуации на ограниченной территории, включая распознавание различных объектов. Использование многокамерного компьютерного зрения обеспечивает высокую точность в распознавании событий. Основной упор сделан на применение VSS для обнаружения опасных ситуаций в общественных местах с необходимостью проведения видеоаналитики в реальном времени. Прототип VSS, представленный в статье,

включает в себя следующие функции распознавания: обнаружение опасного человека, идентификация оставленного без присмотра объекта, распознавание упавшего человека без движения. Механизм распознавания основан на событиях, что обеспечивает отслеживание опасных ситуаций от их начала до завершения. Эксперименты, проведенные авторами, свидетельствуют о том, что предложенные алгоритмы распознавания эффективно функционируют даже на устройствах и камерах с относительно низкой производительностью, что позволяет интегрировать их в существующую цифровую инфраструктуру общественных пространств и систем безопасности

Ключевые слова: системы видеонаблюдения, видеоаналитика, опасные ситуации, концептуальная модель, проблема разработки видеосервисов.

TOWARDS THE CREATION OF A VIDEO SURVEILLANCE SYSTEM FOR RECOGNIZING DANGEROUS SITUATIONS IN PUBLIC PLACES

© Bazhenov N. A., Rybin E. I., Korzun D. G.

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

The paper presents a video surveillance system (VSS), designed to monitor the situation in a limited area, including the recognition of various objects. The use of multi-camera computer vision provides high accuracy in event recognition. The main emphasis is on the use of VSS to detect dangerous situations in public places with the need for real-time video analytics. The VSS prototype presented in the article includes the following recognition functions: detection of a dangerous person, identification of an unattended object, recognition of a fallen person without moving. The recognition mechanism is event-based, which ensures that dangerous situations are tracked from their start to completion. Experiments conducted by the authors indicate that the proposed recognition algorithms operate effectively even on devices and cameras with relatively low performance, which allows them to be integrated into the existing digital infrastructure of public spaces and security systems.

Key words: video surveillance systems, video analytics, dangerous situations, conceptual model, problem of video services development.

Система видеонаблюдения (VSS) предоставляет возможность отслеживания ситуации на определенной территории, включая распознавание размещенных объектов и событий, в которых эти объекты находятся [1]. Применение многокамерного компьютерного зрения способствует достижению высокой точности в распознавании ситуаций. Работа алгоритмов распознавания осуществляется в режиме реального времени и требует использования высокопроизводительной цифровой инфраструктуры.

Основное направление VSS в данной работе – распознавание нештатных ситуаций, таких как опасные ситуации и риски безопасности, в общественных местах и на объектах безопасности. В крупных городах общественные места обладают развитой цифровой инфраструктурой, которую можно эффективно использовать для выявления случаев, выходящих за рамки общественных норм (аномальных) и других ненормальных происшествий [2; 3]. В региональных зонах цифровая инфраструктура присутствует во многих общественных пространствах. Тем не менее, ее вычислительные и сетевые возможности относительно ограничены, особенно при использовании видеоаналитики в режиме реального времени.

Разработка систем видеоаналитики для обнаружения опасных ситуаций имеет большое значение в области развития искусственного интеллекта. Основная цель заключается в улучшении технологий наблюдения путем внедрения алгоритмов искусственного интеллекта, способных эффективно выявлять потенциальные угрозы и инциденты безопасности. Внедрение этих передовых технологий позволяет сделать общественные места более безопасными и надежными. Применение систем видеоаналитики в области общественной безопасности имеет ряд преимуществ.

Одной из главных характеристик данных систем является их способность снижать уровень преступности, обнаруживая и предотвращая опасные ситуации задолго до того, как они приведут к обострению [4]. Эти системы способны осуществлять отслеживание и анализ видеозаписей в реальном времени, что позволяет оперативно реагировать на потенциальные угрозы. Кроме того, системы видеоаналитики помогают задерживать преступников, идентифицируя лица, замешанные в противоправной деятельности [5]. Они предназначены для обнаружения подозрительного поведения, несанкционированного доступа или присутствия известных преступников, что позволяет правоохранитель-

ным органам принимать наиболее быстрые меры и задерживать правонарушителей. Более того, эти системы имеют важное значение для сбора компрометирующих доказательств [6].

Алгоритмы искусственного интеллекта могут анализировать видеоматериалы для извлечения соответствующей информации, например, идентификации подозреваемых, номерных знаков или последовательности событий, приведших к инциденту безопасности [7]. Эти доказательства могут быть использованы в расследованиях [8] и судебных разбирательствах, помогая в судебном преследовании преступников. В конечном итоге применение систем видеоаналитики обеспечивает более безопасную повседневную жизнь граждан. Благодаря использованию технологий искусственного интеллекта общественные места можно постоянно контролировать, что позволяет предотвращать потенциальные угрозы. Это создает у населения чувство безопасности и уверенности, повышая его общее благосостояние. В заключение отметим, что разработка систем видеоаналитики для распознавания опасных ситуаций является важным направлением развития ИИ. Эти системы могут повысить общественную безопасность, снизить уровень преступности, помочь в задержании преступников, собрать компрометирующие доказательства и обеспечить более безопасную повседневную жизнь граждан. Используя возможности алгоритмов анализа ИИ, технологии наблюдения можно усовершенствовать, чтобы эффективно выявлять и смягчать потенциальные угрозы и инциденты безопасности на основе защиты данных [9].

Технологии видеоаналитики, алгоритмы компьютерного зрения и машинное обучение играют решающую роль в упреждающем обнаружении опасных ситуаций в современном мире. Обнаружение опасных ситуаций в местах массового скопления людей является не только важной общественной проблемой, но и проблемой безопасности в различных образовательных учреждениях. Анализ текущей ситуации на рынке показывает, что безопасность в общественных местах является наиболее востребованной в связи с регулярными случаями краж, хулиганства и убийств в школах и вузах. Сборник следующих статей представляет собой исчерпывающую иллюстрацию последних достижений в области обнаружения насилия и распознавания аномалий, которые являются важнейшими аспектами аналитики видеонаблюдения.

Таблица 1

Список функций видеоаналитики опасных ситуаций

Функции	Предоставление информации	Свойства	Преимущества
AbNAR (распознавание аномальной человеческой активности)	Обнаружение событий, отклоняющихся от социальных норм	Событийно-ориентированная модель	Легко понять, высокая производительность, гибкость, масштабируемость, интуитивно понятен конечным пользователям.
ML & DL (Машинное обучение и глубокое обучение)	«Расширенная» информация с учетом особых условий помещения	Умные алгоритмы, библиотеки и технологии	Легко во время работы с конкретными камерами в конкретных помещениях, интеллектуальность, интерактивность
RT-processing (Обработка в реальном времени)	Обработка в режиме «здесь и сейчас» с возможностью просмотра графиков и результатов	События, временные отрезки и необходимая информация об инцидентах	Высокая скорость и точность распознавания

Таблица 1 представляет собой описание некоторых функций и свойств системы видеоаналитики. В таблице представлены следующие поля: функции, предоставление информации, свойства и преимущества. В каждой строке таблицы указана конкретная функция системы видеоаналитики, специфика предоставляемой информации, присущие ей свойства и преимущества данной функции. Функция «AbNAR (распознавание аномальной человеческой активности)» предоставляет возможность обнаруживать события, которые отклоняются от социальных норм. Она основана на событийно-ориентированной модели. Преимущества этой функции включают легкость в понимании, высокую производительность, гибкость, масштабируемость и интуитивное использование конечными пользователями. Функция «ML & DL (Машинное обучение и глубокое обучение)» предоставляет информацию с учетом особых условий помещения, обеспечивая таким образом «расширенную» информацию. Она использует умные алгоритмы, библиотеки и технологии. Преимущества этой функции включают

легкость в работе с конкретными камерами в конкретных помещениях, интеллектуальность и интерактивность. Функция «RT-processing (Обработка в реальном времени)» предоставляет возможность обработки данных в режиме «здесь и сейчас» с возможностью просмотра графиков и результатов. Она основана на событиях, временных отрезках и необходимой информации об инцидентах. Преимущества этой функции включают высокую скорость и точность распознавания.

Таким образом, таблица предоставляет краткое описание трех функций системы видеоналитики, а также информацию о предоставляемых ими свойствах и преимуществах.

Системы видеонаблюдения, основанные на краевой (Edge) видеоналитике, предоставляют возможность обрабатывать данные прямо на источнике, например, в камерах наблюдения. Это позволяет сократить задержку, сохранить пропускную способность сети и обеспечить анализ и принятие решений в реальном времени. Такой подход становится преобразующим фактором в области общественной безопасности, правоохранительной деятельности и управления безопасностью.

В данной статье был представлен ключевой научный вклад, который расширил наши предыдущие работы [1], показав, что подход на основе краевой видеоналитики может быть успешно применен к нескольким видеокерам, одновременно отслеживающим состояние спортсменов на нескольких симуляторах. Это достигается при использовании существующих алгоритмов и технологий распознавания активности человека и применении их в реальных условиях.

Таким образом, научный опыт, представленный в статье, демонстрирует перспективность и применимость краевой видеоналитики для обнаружения опасных ситуаций в общественных местах, таких как спортивные объекты, а также показывает возможности использования данного подхода в практических условиях. Это может служить основой для дальнейшего развития и применения систем видеонаблюдения с распознаванием опасных ситуаций с использованием широкого спектра возможностей видеоналитики в различных сферах общественной безопасности.

***Поддержка исследований.** Исследования, описанные в данной работе, были проведены в рамках проекта «название проекта», поддержанного в рамках Программы поддержки НИОКР студентов, аспирантов и лиц, имеющих ученую степень, обеспечивающих значительный вклад в инновационное развитие отраслей экономики и социальной сферы Республики Карелия, в 2023 году, финансируемой Правительством Республики Карелия (Договор №3-Г22 от 29.12.2022 между ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет» и Фондом венчурных инвестиций Республики Карелия).*

Библиографический список

1. Bazhenov N., Rybin E., Korzun D. «An event-driven approach to the recognition problem in video surveillance system development», in 2022 32nd Conference of Open Innovations Association (FRUCT), 2022. P. 65–74.
2. Priya S., Minu R. «Abnormal activity detection techniques in intelligent video surveillance: A survey», in 2023 7th International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI). 2023. P. 1608–1613.
3. Vijeikis R., Raudonis V., Dervinis G. «Efficient violence detection in surveillance». Sensors. 2022. Vol. 22. P. 2216.
4. Nandhini T. J., Thinakaran K. «An improved crime scene detection system based on convolutional neural networks and video surveillance», in 2023 Fifth International Conference on Electrical, Computer and Communication Technologies (ICECCT). 2023. P. 1–6.
5. Shivaprasad Yadav S. G., Itagi S., Krishna Suresh B. V. N. V., Hemalatha K. L., Ramachandra A. C. «Human illegal activity recognition based on deep learning techniques», in 2023 IEEE International Conference on Integrated Circuits and Communication Systems (ICICACS). 2023. P. 01–07.
6. Ottakath N. Al-Maadeed S. A. «Reliable video forensics evidence cataloguing using video source device identification on the blockchain», in 2022 International Conference on Emerging Trends in Smart Technologies (ICETST). 2022. P. 1–6.
7. El Abdallaoui H. E. A., El Fazziki A., Ennaji F. Z., Sadgal M. «A crowdsourcing based framework for e-government: Suspect identification and investigation», in 2017 13th International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems (SITIS). 2017. P. 380–387.
8. Xiao J., Li S., Xu Q. «Video-based evidence analysis and extraction in digital forensic investigation», IEEE Access. 2019. Vol. 7. P. 55 432–55 442.
9. Asghar M. N., Kanwal N., Lee B., Fleury M., Herbst M., Qiao Y. «Visual surveillance within the eu general data protection regulation: A technology perspective», IEEE Access. 2019. Vol. 7. P. 111709–111726.

ПОСТРОЕНИЕ КОЛЛЕКЦИИ УНИКАЛЬНЫХ ТЕКСТОВ

© Баканов В. А., Щеголева Л. В.

ООО «Интернет-бизнес-системы», Петрозаводский государственный университет
Петрозаводск
vladimirbakanovv@gmail.com, schegoleva@petsu.ru

В работе описаны эксперименты по определению дубликатов текстов при решении задачи автоматического веб-скрейпинга. Предложен алгоритм наполнения базы данных уникальными текстами с использованием сигнатур.

Ключевые слова: дубликаты текстов, веб-скрейпинг, расстояние Левенштейна, MinHash.

BUILDING A COLLECTION OF UNIQUE TEXTS

© Bakanov V. A., Shchegoleva L. V.

Internet Business Systems, Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

The paper describes experiments on identifying duplicate texts when solving the problem of automatic web scraping. An algorithm for filling the database with unique texts using signatures is proposed.

Key words: duplicate texts, web scraping, Levenshtein distance, MinHash.

Для решения различных задач, связанных со сбором и накоплением информации, используется автоматический веб-скрейпинг (скрапинг), позволяющий в короткие сроки получить достаточно большие объемы информации. Особенностью такой технологии сбора информации является получение дубликатов текстов, представленных на разных сайтах, что приводит к наполнению хранилища данных лишней информацией, а также может повлиять на результаты последующего анализа собранной информации. В связи с этим возникает задача выявления дубликатов текстов.

Под дубликатами будем понимать тексты, полностью или почти полностью совпадающие посимвольно. Задача заключается в сравнении нового найденного текста с текстами, ранее сохраненными в базе данных. Следует отметить, что с течением времени количество сохраненных текстов будет расти, и критическим фактором может стать время работы алгоритма определения дубликатов. Поэтому при выборе метода для решения задачи необходимо рассматривать два критерия: точность работы алгоритма и скорость его работы.

Для решения задачи сравнения двух текстов были рассмотрены два алгоритма: с использованием расстояния Левенштейна [1] и с использованием технологии MinHash [2].

Расстояние Левенштейна сравнивает две строки (два текстовых документа) D_1 и D_2 посимвольно, и подсчитывает количество вставок, замен и удалений символов, которые потребовалось бы сделать, чтобы преобразовать последовательность D_2 в последовательность D_1 . Схожесть документов D_1 и D_2 оценивалась следующим образом:

$$sim_{Levenshtein}(D_1, D_2) = 1 - LevDist(D_1, D_2),$$

где $LevDist(D_1, D_2)$ – нормированное в диапазоне от 0 до 1 расстояние Левенштейна между документами D_1 и D_2 .

Технология MinHash для сравнения документов строит для каждого документа сигнатуру фиксированного размера, относительно меньшего, чем размер документа. По двум сигнатурам S_1 и S_2 вычисляется сходство документов с помощью, например, меры Жаккара:

$$sim_{MinHash}(S_1, S_2) = \frac{S_1 \cap S_2}{S_1 \cup S_2}.$$

Для сравнения двух методов были проведены эксперименты. В экспериментах использовались готовые реализации для расчета расстояния Левенштейна (python-пакет levenshtein) и технологии MinHash (python-пакет datasketch).

Для применения технологии MinHash все тексты были подвергнуты предобработке, включающей удаление пунктуации, удаление стоп-слов, преобразование сокращений. Далее для каждого текста строилось множество шинглов размера n , также известных как n -граммы (например, для строки *abbadcbd* множество 2-шинглов включает последовательности *ab*, *bb*, *ba*, *ad*, *dc*, *cd*, *db*). Для шинглов

по алгоритму Рабина-Карпа [3] вычисляются контрольные суммы. Существуют реализации как с применением N вариантов перестановок множества шинглов, так и с применением N различных хеш-функций. В результате для текста формировалась сигнатура размером N [4].

Для проведения экспериментов была собрана коллекция из 220 текстов, содержащая 4 пары полных дубликатов, и 11 пар неполных дубликатов, имеющих незначительные семантические различия. Средняя длина текстов составила 688 слов. При использовании технологии MinHash тексты разбивались на шинглы длиной 5 символов и использовалась сигнатура длины 128.

Эмпирически подобранные пороговые значения для принятия решения о наличии дублирования текста составили: для оценки методом расстояния Левенштейна – 0,7, для метода MinHash – 0,3.

В результате экспериментов оба метода показали отличные результаты, но достаточно сильно различались по времени. При этом сравнение двух документов методом Левенштейна занимало на порядок меньше времени, которое затрачивалось на построение шинглов и расчет хеш-функций сигнатуры по методу MinHash (среднее значение 60 мс.). Однако, в совокупности для обработки всех текстов коллекции можно рассчитать сигнатуру каждого текста только один раз и сохранить ее в базе данных вместе с исходным текстом. Тогда при проверке нового текста на наличие его дубликата среди ранее собранных текстов, потребуется построить сигнатуру только для нового текста и провести вычисления, связанные только с расчетом меры сходства сигнатур. В этом случае суммарное время, затрачиваемое на проверку наличия в коллекции дубликата нового документа методом MinHash (0,03 мс.), было меньше, чем время, затрачиваемое на сравнение нового документа со всеми сохраненными документами методом Левенштейна (0,64 мс.).

Таким образом, для решения задачи пополнения базы данных на основе автоматического веб-скрейпинга только уникальными текстами наиболее эффективным подходом будет добавление в базу данных для каждого текста дополнительного поля, в котором будет храниться сигнатура текста. При поступлении нового текста – кандидата на сохранения в базе данных для него будет выполнена предобработка и вычислена его сигнатура. Вычисленная сигнатура будет сравниваться с ранее сохраненными сигнатурами. Если в базе данных не найдется ни одной похожей сигнатуры, то новый текст будет сохранен в базе данных вместе со своей сигнатурой.

Поддержка исследований. НИР по разработке и реализации методов сбора, анализа и классификации новостных источников выполнена в рамках совместного исследования ПетрГУ и ООО «Интернет-бизнес-системы».

Библиографический список

1. Левенштейн В. И. Двоичные коды с исправлением выпадений, вставок и замещений символов. Доклады Академии Наук СССР. 1965. Т. 163. № 4. С. 845–848.
2. Broder A. Z. Identifying and Filtering Near-Duplicate Documents // Brown University [Электронный ресурс]. URL: <https://cs.brown.edu/courses/cs253/papers/nearduplicate.pdf> (дата обращения 27.10.2023).
3. Rabin M. Fingerprinting by Random Polynomials. // Center for Research in Computing Technolog. Harvard. 1981. P. 24.
4. Leskovec J., Rajaraman A., Ullman J. Mining Massive Datasets // MMDS [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mmms.org/> (дата обращения 31.10.2023).

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ПРЕДСКАЗАНИЯ БРАКА В ОТЛИВКАХ ИЗ ВЫСОКОПРОЧНЫХ ЧУГУНОВ

© Беляев С. А., Екимова Т. А., Махилев Р. А., Мохов М. А.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

dery@petrsu.ru

В работе представлены результаты разработки системы поддержки принятия решений для производства изделий из высокопрочных чугунов на основе моделей предиктивной аналитики. Разработана модель, предсказывающая появление брака по химическому составу в отливках из высокопрочных чугунов. Определены входные и выходные данные для модели и граничные условия для этих данных. Показано, что построенная модель правильно предсказывает итог в 72 % случаев.

Ключевые слова: предиктивная аналитика, нейросети, литейное производство.

DEVELOPMENT OF A DECISION SUPPORT SYSTEM FOR PREDICTING DEFECTS IN HIGH-STRENGTH IRON CASTINGS

© Belyaev S. A., Ekimova T. A., Makhilev R. A., Mokhov M. A.

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

The paper presents the results of the development of a decision support system for the production of high-strength cast iron products based on predictive analytics models. A model has been developed that predicts the occurrence of chemical composition defects in high-strength iron castings. Input and output data for the model and boundary conditions for these data are defined. It is shown that the constructed model correctly predicts the outcome in 72 % of cases.

Key words: predictive analytics, neural networks, foundry production.

Современные промышленные технологии, используемые в литейном производстве, позволяют управлять сложными технологическими процессами, но не позволяют прогнозировать качество готовой продукции и проводить предупреждающие появления брака мероприятия. Крупные предприятия металлургического комплекса занимаются разработкой прогнозных моделей, однако существующие системы не появляются в открытом доступе по ряду причин. Как правило, предприятия разрабатывают такие модели под производство конкретных выпускаемых изделий, а сами модели содержат коммерческую тайну, связанную с технологиями, используемыми на предприятии.

Создание систем поддержки технологического процесса, позволяющих предсказать механические свойства отливок на стадии их изготовления, является важной задачей для металлургических предприятий. Решение данной проблемы особенно важно для литейных заводов, выпускающих крупнотоннажные отливки, поскольку их отбраковка ведет к значительным экономическим и временным затратам. В результате, деятельность предприятия становится менее результативной, и само предприятие несет большие убытки. Использование в технологическом процессе предсказательной аналитики позволит повысить качество готовой продукции, уменьшить временные и трудовые затраты, а также снизить долю продукции пониженного качества и брака.

Целью настоящей работы является разработка системы поддержки принятия решений для производства изделий из высокопрочных чугунов марки ВЧ50 на основе моделей предиктивной аналитики. Для решения поставленной цели использованы технологии искусственного интеллекта и нейросетей.

Актуальность работы заключается в том, что впервые будет предпринята попытка сформировать целостную систему предсказательных моделей в логике «химический состав – механические свойства» на основе как хорошо известных зависимостей, так и выявленных по результатам анализа данных о механических свойствах и химическом составе отливок из чугунов марки ВЧ50. Аналогов таких систем в чугунолитейном производстве нет.

Разработанная система поддержки принятия решений состоит из трех модулей, представленных на рисунке 1.

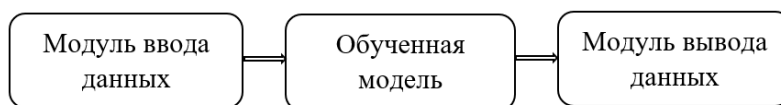


Рис. 1. Система поддержки принятия решений

В первом модуле осуществляется ввод данных, масштабирование и передача этих данных в нейросеть. Вторым модулем, представляющим собой обученную нейросеть, является основным. В данном модуле на основе построенной модели проводится предсказание механических свойств отливок, рассчитывается точность модели. В третьем модуле осуществляется вывод предсказанных значений механических свойств, а также точности модели.

Так как основой системы поддержки принятия решений является обученная нейросеть, предсказывающая брак в отливках из чугунов марки ВЧ50, то наиболее важной задачей была разработка предиктивной модели на основе нейросети.

При производстве отливок из чугунов последние бракуются по механическим свойствам и микроструктуре. К браковочным параметрам отливок из высокопрочных чугунов марки ВЧ50 по механическим свойствам относятся: предел прочности при растяжении, твердость, условный предел теку-

чести, относительное удлинение после разрыва. Диапазон допустимых значений этих параметров определен ГОСТ 7293-85 [1].

В процессе производства отливок контролируется химический состав расплава, который в случае необходимости может быть скорректирован до того, как металл будет отлит в форму. При этом механические свойства не могут быть определены на этапе изготовления отливки. Поэтому предсказание свойств на этапе, когда механические свойства могут быть скорректированы при помощи химического состава, очень важно.

Для построения предиктивных моделей с использованием технологий искусственного интеллекта и нейросетей разведочный анализ данных является одним из первых и определяющих шагов. На этапе разведочного анализа было показано, что существуют неявные связи между содержанием каждого из контролируемых химических элементов и механическими свойствами. Было показано, что не во всех случаях соответствие химического состава требованиям ГОСТа гарантирует отсутствие брака по механическим свойствам. В некоторых случаях отсутствие брака по механическим свойствам наблюдалось при отклонении химического состава от требуемых значений. Таким образом, нецелесообразно строить модели «химический состав-механическое свойство» для каждого контролируемого свойства в отдельности, поэтому было принято решение о построении единой модели, предсказывающей появление брака в отливке по механическим свойствам в зависимости от химического состава.

Для создания модели, позволяющей предсказывать появление брака в отливках из чугунов марки ВЧ50 по механическим свойствам, необходимо определить следующие характеристики модели:

- входные и выходные данные;
- граничные условия для входных и выходных данных;
- параметры и гиперпараметры модели.

Входными параметрами модели являются значения, соответствующие процентному содержанию химических элементов в отливках. В соответствии с ГОСТ 7293-85 для чугунов марки ВЧ50 определены диапазоны для следующих химических элементов: углерод, кремний, марганец, фосфор, сера и хром. Из литературных данных [2; 3] известно, что такие элементы, как медь, никель и марганец также влияют на механические свойства и микроструктуру. Они контролируются в процессе производства отливок и, следовательно, их влияние необходимо учитывать при построении модели. Таким образом, разрабатываемая в данной работе модель имеет 9 входных параметров по химическому составу. Выходными параметрами модели являются значения для контролируемых механических свойств. Граничные условия для входных и выходных параметров модели, предсказывающей появление брака в отливках, устанавливались исходя из требований ГОСТ 7293-85 для чугуна марки ВЧ50, а также диапазоном значений данных о химическом составе и механических свойствах, используемых для обучения модели. Для обучения модели в диапазон граничных условий включены как значения, соответствующие требованиям ГОСТ 7293-85, так и значения, не соответствующие этим требованиям. Это сделано для того, чтобы научить модель отличать условия, при которых будет возникать брак.

Гиперпараметры модели – это характеристики алгоритма, которые позволяют управлять процессом обучения. Для нейронных сетей гиперпараметрами являются число скрытых слоев сети и число нейронов в каждом слое. Следует отметить, что качество модели может сильно меняться в зависимости от гиперпараметров. В каждом конкретном случае эти значения подбираются. Для разрабатываемой модели входной слой состоит из 9 нейронов по числу анализируемых химических элементов, а выходной – из 4 нейронов, отвечающих за предсказанные механические свойства. В процессе обучения для определения входных значений весов для каждого нейрона использовались трапециевидные функции принадлежности. В случае, когда требуется предсказать вероятность возникновения брака, каждое значение необходимо отнести к одному из следующих множеств:

- соответствие по химическому составу и механическим свойствам требованиям ГОСТ 7293-85;
- несоответствие требованиям ГОСТ 7293-85 по химическому составу ИЛИ механическим свойствам
- несоответствие требованиям ГОСТ 7293-85 по химическому составу И механическим свойствам.

Границы значений для функции принадлежности задаются в зависимости от граничных условий входных и выходных данных.

В процессе обучения входные данные передаются через сеть от входного слоя к выходному слою. Каждый нейрон выполняет операцию линейной комбинации входных данных с его весами и применяет функцию активации к полученному результату. В качестве функции активации скрытых слоев выбрана функция ReLU. Полученные выходные значения нейронной сети сравниваются с ожидаемыми

ми выходными значениями и вычисляется ошибка, которая распространяется обратно от выходного слоя к входному. Для минимизации ошибки веса нейронов корректируются методом градиентного спуска.

Для тестирования и корректировки обученной модели используется тестовый набор данных. Точность модели рассчитывалась по формуле:

$$\text{Точность} = \frac{(\text{число истинно положительных результатов} + \text{число истинно отрицательных результатов})}{(\text{общий размер выборки})}$$

К истинно положительным результатам были отнесены случаи, когда модель правильно предсказывала отсутствие брака в отливке. К истинно отрицательным результатам – случаи, когда модель правильно предсказывала брак.

Рассчитанная точность модели равна 0,72. Таким образом, модель правильно предсказала итог для 72 % отливок.

Разработанная система может быть использована для принятия упреждающих решений и определения оптимальных действий при производстве отливок из чугунов марки ВЧ50. Так как требования к химическому составу и механическим свойствам чугунов определяются ГОСТом 7293-85, модель может быть адаптирована и на другие марки чугунов.

Исследования, описанные в данной работе, были проведены в рамках реализации Программы поддержки НИОКР студентов, аспирантов и лиц, имеющих ученую степень, финансируемой Правительством Республики Карелия.

Библиографический список

1. ГОСТ 7293-85 Чугун с шаровидным графитом для отливок. Марки. М.: ИПК Издательство стандартов, 2004.
2. Лахтин Ю. М., Леонтьева В. П. Материаловедение: Учебник для высших технических. учебных заведений. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1990. 528 с.
3. Влияние элементов на свойства чугуна. Лаборатория крупного слитка [Электрон. ресурс] // <http://steelcast.ru>: информ.-справочный портал., 2009. URL http://steelcast.ru/vliyanie_elementov_na_svoystva_chuguna (дата обращения 03.11.2023).

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ» В СОВРЕМЕННОЙ ЦИФРОВОЙ СРЕДЕ

© Богоявленская О. Ю.

Петрозаводский государственный университет
Петрозаводск
olbgvl@cs.petsu.ru

В докладе рассматривается ряд аспектов организации учебного процесса по дисциплине «Численные методы», которые обусловлены современным развитием цифровых технологий. Это, с одной стороны, широкое развитие и высокая доступность математических библиотек и пакетов, интегрированных систем, позволяющих сочетать вычисления и графическую визуализацию их результатов и, с другой стороны, повышение актуальности численных методов как дисциплины в связи с интенсификацией исследований и разработок в областях робототехники, интеллектуального мониторинга, летательных аппаратов (беспилотных и/или дистанционно управляемых) и ряда других.

Ключевые слова: численные методы, цифровая среда, методика преподавания.

TEACHING OF NUMERICAL METHODS IN THE MODERN DIGITAL ENVIRONMENT

© Bogoiavlenskaia O. I.

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

The report considers certain aspects of teaching of the Numerical Methods discipline which rise due to the novel functionalities of the modern digital environment. These are considerable development and wide, remote

often free access to the modern libraries of math and engineering calculations procedures combined with graphic visualization of the calculation results within single application or CAD/Development environment. At the same time recent growth in the areas such as robots, intellectual monitoring, autonomous movements etc. boosted the topicality of the discipline.

Key words: numerical methods, digital environment, teaching methods.

Дисциплина «Численные методы» входит в набор базовых курсов ряда образовательных программ по ряду специальностей УГС 01 и 09. Эта дисциплина, являясь одним из старейших курсов в системе высшего образования, вносит существенный вклад в развитие вычислительного мышления [1] и, как и вся область, прошла несколько этапов трансформации, связанных с развитием вычислительной техники. В учебном процессе использование ЭВМ оказывало влияние не только на развитие отдельных элементов методики преподавания, но и на организацию учебного процесса в целом. Первым этапом здесь стало использование языков программирования для автоматизации расчетов. Помимо самих численных методов, акцент делался на изучение отдельных аспектов языков программирования, на разработку и реализацию корректных процедур и алгоритмов для ЭВМ. В дальнейшем с появлением САД систем описание их структур и методов использования стали одним из существенных элементов курса (см., например, [2]).

В настоящее время можно наблюдать новый этап в развитии средств автоматизации вычислений. Библиотеки алгоритмов, реализующие методы поиска приближенных решений нелинейных уравнений и систем, дифференциальных уравнений и систем, построения интерполяционных многочленов, интерполяции функций и др., размещены в свободном доступе, предоставляют удаленный доступ и интегрированы со средствами визуализации результатов (Python, Octava, SkyLab и др.) а часть студентов, пришедших на курс, уже обладают навыками работы с ними. Поэтому основной акцент смещается на теоретические основания численных методов, аспекты их корректного применения: условия сходимости и оценки погрешности. Студентам предоставляется свободный выбор средств реализации заданий, наряду с предлагаемой курсом САД. Таким образом, студенты освобождаются от необходимости изучать новую среду разработки и могут сосредоточить свое внимание на изучении собственно численных методов.

Использование цифровых сред позволяет студентам на лабораторных занятиях экспериментировать с разными значениями параметров, начальными приближениями, наблюдать различия в скорости сходимости, важность выбора начального приближения. Сравнение собственных реализаций со встроенными функциями позволяет наблюдать флуктуации погрешности и «увидеть» детали работы численного метода. Так, например, студенты могут непосредственно на отдельных примерах наблюдать влияние выбора начального приближения на сходимость метода Ньютона и его модификаций, поведение остаточного члена полинома Лагранжа при равноотстоящих узлах интерполяции и при узлах, являющихся корнями полинома Чебышева, сравнивать скорость сходимости точных квадратур и квадратурных формул, наблюдать влияние параметров разностных схем на их устойчивость, а также сами проявления неустойчивого поведения, управлять точностью итерационных методов. Все эти свойства можно визуализировать как численно, так и графически.

Также акцент в преподавании сдвигается на детали постановки отдельных задач, выбор метода решения, а также актуальные приложения известных методов в сферах интенсивного развития современной науки. В частности методы управления электронно-механическими системами требуют оперативного принятия решений, связанных с решением задач механики и, как следствие, эффективным применением соответствующих численных методов. Задачи мониторинга на основе использования MEMS-датчиков приводят к задачам численного интегрирования, а соответствующие задачи фильтрации требуют решения систем линейных уравнений. Прикладные задачи машинного обучения предполагают использование методов аппроксимации функций, среднеквадратического приближения, методов интерполяции. Знакомство студентов с актуальными приложениями известных численных методов повышает мотивацию студентов и дает дополнительный стимул для освоения навыков корректного применения изучаемых методов.

Библиографический список

1. Клуникова М. М., Пушкарева Т. П. Методы и средства развития вычислительного мышления при обучении дисциплине «Численные методы» // Современное образование. 2017. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-i-sredstva-razvitiya-vychislitel'nogo-myshleniya-pri-obuchenii-distsipline-chislennye-metody> (дата обращения 01.11.2023).

2. Шевченко А. С. Использование систем компьютерной алгебры для повышения качества знаний при изучении дисциплины «Численные методы» // Мир науки. Педагогика и психология, 2020. № 4. URL: <https://mir-nauki.com/PDF/23PDMN420.pdf> (дата обращения 01.11.2023).

ПОЧЕМУ ВВЕДЕНИЕ В ПРОГРАММИРОВАНИЕ В ВУЗЕ ДЛЯ ИТ-НАПРАВЛЕНИЙ НУЖНО ДАВАТЬ НА ЯЗЫКЕ СИ

© Богоявленский Ю. А.

Петрозаводский государственный университет
Петрозаводск
ybgv@cs.petrSU.ru

Созданный 50 лет назад сотрудником Bell Labs Деннисом Ритчи язык Си продолжает активно использоваться для разработки во многих важных областях. Этому способствует большой ряд уникальных преимуществ языка и его компиляторов, важнейшие из которых – использование его для реализации операционных систем и широкого спектра других системных продуктов, а также то, что Язык Си приобрел прочный статус языка общения (*lingua franca*) между разработчиками. В докладе приведен обзор истории и современного состояния языка Си и его места в арсенале современных инструментов программирования.

Ключевые слова: введение в программирование, IT-направления, язык Си.

WHY SHOULD THE INTRODUCTION TO PROGRAMMING AT A UNIVERSITY FOR IT-DIRECTIONS BE GIVEN IN C

© Bogoiavlenskii Iu. A.

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

Created 50 years ago by Bell Labs employee Dennis Ritchie, the C language continues to be actively used for development in many important areas. This is facilitated by a large number of unique advantages of the language and its compilers, the most important of which are its use for the implementation of operating systems and a wide range of other system products, as well as the fact that the C language has acquired a strong status as a language of communication (*lingua franca*) between developers. The report provides an overview of the history and current state of the C language and its place in the arsenal of modern programming tools.

Key words: the introduction to programming, IT study directions, C language.

Язык Си спроектирован как лаконичный язык и не предоставляет встроенных средств для выполнения таких распространенных операций, как низкоуровневой или форматированный ввод / вывод, управление строками, вычисление арифметических и математических функций, управление памятью, процессами, файловыми системами, сетевыми соединениями и т. п. В качестве основного метода расширения Си использует библиотеки и, прежде всего, стандартную библиотеку – `libc`.

В 1978 г. Брайан Керниган и Деннис Ритчи опубликовали первую редакцию книги «Язык программирования Си» [1], содержащую систематическое описание такого подхода. Эта книга, известная среди программистов как «K&R», служила многие годы неформальной спецификацией языка и выдержала в США около сорока изданий. Подход «K&R» и его реализации оказались очень плодотворными и активно использовались при разработке большого числа проектов.

Библиотека `libc` была стандартизована в 1989 г. как часть стандарта ANSI C, который в 1990 г. был признан ISO (текущая актуальная версия стандарта, т. н. C17 – ISO/IEC 9899:2018 Information technology – Programming languages – C). Библиотека состоит из нескольких десятков заголовочных файлов, подключаемых к программному проекту директивами. Эти файлы содержат описания одной или более функций, определения типов данных и макроопределения.

В стандарте библиотека представлена как описание интерфейса прикладного программирования – API (Application Programming Interface) и для практического применения она должна быть реализована для конкретного компилятора и/или операционной системы.

Таким образом `libc` является неотъемлемой частью каждой реализации языка Си. Существует несколько десятков реализаций `libc`, в том числе такие широко применяемые как GNU C Library – `glibc` [2] – самая распространенная реализация, используемая в ОС Linux, Microsoft C Run-time Library, используемая в ОС Windows, `libSystem`, используемая в ОС iOS компании Apple и Bionic, разработанная компанией Google для ОС Android.

Библиотека `glibc` обновляется два раза в год. Ее функции, требующие работы в адресном пространстве ядра, используют системные вызовы. В руководстве к версии [2] `glibc` функции разбиты на 38 групп и покрывают практически исчерпывающий спектр системных задач.

На 06.11.2023 `libc` содержит 1424741 строк кода разработанных 727 участниками, выполнившими 40475 коммитов начиная с февраля 1995.

Си – язык общения (*lingua franca*) между разработчиками

Язык Си был и остается одним из самых распространенных языков программирования в течение пятидесяти лет. Большая группа языков унаследовали базовый синтаксис Си (использование фигурных скобок в качестве ограничителей блоков кода, описание переменных, характерные формы операторов `for`, `while`, `if`, `switch` с параметрами в скобках, комбинированные операции `++`, `--`, `+=`, `-=` и другие), из-за чего программы на этих языках имеют характерный внешний вид, ассоциирующийся именно с Си. Это такие языки как C++, Objective C, Java, JavaScript, PHP, Perl, AWK, C#, Go и др., см. более полный список в [3]. Си – отличный язык для выражения общих идей в программировании способом, который удобен большинству программистов. Более того, многие принципы, используемые в Си – например, `argc` и `argv` для параметров командной строки, будут отображаться во многих других языках, так что вы сможете общаться с людьми, даже если они не знают Си, способом, который является общим для вас обоих. Эти сопоставления говорят о существенной «Си-ориентации» мышления современных системных программистов.

Языки происходящие от Си

Об актуальности идей, лежащих в основе Си и о его основополагающей роли говорит и то, что одной из основных линий развития языков программирования является большое количество попыток разработки новых языков отталкиваясь именно от Си.

Часть языков-потомков надстраивает Си дополнительными средствами и механизмами, добавляющими поддержку новых парадигм программирования (ООП, функциональное программирование, обобщенное программирование и пр.). К таким языкам относятся, прежде всего, C++ и Objective-C, а опосредованно – их потомки Swift и D. Также известны попытки улучшить Си, исправив его наиболее существенные недостатки, но сохранив его привлекательные черты. Среди них можно упомянуть исследовательский язык Cyclone (и его потомок Rust). Иногда оба направления развития объединяются в одном языке, примером может служить Go.

Отметим наконец, что Си оказал прямое влияние на языки AMPL, AWK, `csh`, C++, C--, C#, Objective-C, D, Go, Java, JavaScript, JS++, Julia, Limbo, LPC, Perl, PHP, Pike, Processing, Python, Rust, Seed7, V (Vlang), Vala, Verilog (HDL), [5] Nim, Zig

Язык системного программирования

Эту область применения языка Си хорошо характеризует немного сокращенный перевод фрагмента материала [4].

Язык Си широко используется для системного программирования при реализации операционных систем и встраиваемых системных приложений по следующим причинам:

- код, сгенерированный после компиляции, не требует многих системных функций и может быть вызван из некоторого загрузочного кода простым способом – его просто выполнить;
- инструкции и выражения языка Си обычно хорошо соотносятся с последовательностями инструкций для целевого процессора, и, следовательно, системные ресурсы требуют низкого времени выполнения – они выполняются быстро;
- благодаря богатому набору операторов процессоры могут использовать многие функции целевых процессоров;
- язык поддерживает богатый набор операторов, включая манипулирование битами, для интеграции арифметики и логики и, возможно, различные размеры чисел с плавающей запятой – он может эффективно обрабатывать соответствующим образом структурированные данные;
- Си – компактный язык, с небольшим количеством инструкций и без слишком большого количества функций, которые генерируют обширный целевой код – он понятен;
- в Си у программиста есть прямой контроль над распределением и освобождением памяти, что обеспечивает разумную эффективность и предсказуемое время выполнения операций по об-

работке памяти, не беспокоясь о спорадических событиях остановки мировой сборки мусора – это обеспечивает предсказуемую производительность;

- Си позволяет использовать и реализовывать различные схемы выделения памяти, включая типичные `malloc` и `free`; более сложный механизм с `arenas`; или версию для ядра, которая может подходить для DMA, использоваться с обработчиками прерываний или интегрироваться с системой виртуальной памяти;
- к аппаратному обеспечению платформы можно получить доступ с помощью указателей и приведения типов (`type punning`), поэтому системные функции (например, регистры управления / состояния) можно настроить и использовать с помощью кода, написанного на Си – он хорошо взаимодействует с платформой, на которой он запущен;
- в зависимости от редактора связей и среды, код Си также может вызывать библиотеки, написанные на языке ассемблера, и может быть вызван с языка ассемблера – он хорошо взаимодействует с другим кодом более низкого уровня;
- Си и его соглашения о вызовах и структуры редактора связей обычно используются в сочетании с другими языками высокого уровня, при этом поддерживаются вызовы как на Си, так и из Си – он хорошо взаимодействует с другим кодом высокого уровня;
- Си обладает очень зрелой и широкой экосистемой, включающей библиотеки, каркасы, компиляторы с открытым исходным кодом, отладчики и утилиты, и является стандартом де-факто.

Язык Си также широко применяется для создания высокопроизводительного или критического в плане обработки ошибок кода. Одной из причин широкого распространения для программирования на низком уровне является возможность писать кроссплатформенный код, который может по-разному обрабатываться на разном оборудовании и на разных операционных системах.

Очень трудно перечислить все продукты реализованные на языке Си. Вот далеко неполный список. Ядра ОС Unix (и всех ее клонов), MS Windows, Linux, OS X, iOS, Android, Windows Phone. СУБД Oracle Database, MySQL, MS SQL Server, PostgreSQL Первые реализации языков Java, Python, Perl и PHP, ядро программы Mathematica, система MATLAB. Также Си иногда используется как промежуточный язык при компиляции более высокоуровневых языков. Например, по такому принципу работали первые реализации языков C++, Objective-C и Go, – код, написанный на этих языках, транслировался в промежуточное представление на языке Си.

Проверенный мощный компилятор

Компилятор `gcc` [5] поддерживает внешние интерфейсы для языков Си, C++, Objective-C, Fortran, Ada, Go и D, а также библиотеки для этих языков (`libstdc++`).

На сегодняшний день развитие компиляторов и усложнение процессоров привело к тому, что вручную написанный ассемблерный код (кроме разве что очень коротких программ) практически не выигрывает по сравнению с кодом, генерируемым компиляторами, при этом Си продолжает оставаться одним из наиболее эффективных языков высокого уровня.

GCC поддерживает ряд параметров командной строки, которые управляют добавлением инструментария времени выполнения к коду, который он обычно генерирует. Например, одной из целей инструментария является сбор статистики профилирования для использования при поиске горячих точек программы, анализе покрытия кода или оптимизации с учетом профиля.

Другой класс программных инструментов – это добавление проверки во время выполнения для обнаружения программных ошибок, таких как недопустимые разыменования указателей или обращения к массиву за пределами границ, а также преднамеренных враждебных атак, таких как разбиение стека или захват виртуальной таблицы C++.

Преимущества использования языка Си во вводном курсе программирования.

Трудно не согласиться с данной в [6] оценкой: «Несмотря на преобладание языков более высокого уровня, язык программирования Си продолжает расширять возможности мира. Есть много причин полагать, что программирование на Си будет оставаться активным в течение длительного времени». Эта оценка и представленная выше характеристика языка Си позволяет отметить следующие его преимущества как первого языка в вузе для студентов IT-направлений:

- язык Си и его экосистема представляют собой фундаментальное достижение информатики, овладение которым обеспечивает студенту долговременную профессиональную карьеру.
- демонстрируются первоисточники современных программных инструментов и их реальная сложность.

- закладывается основа культуры системного мышления, необходимая для разработки системных продуктов, в том числе, и в первую очередь, ОС, которая очень важна для решения задач импортозамещения.
- обеспечиваются базовые знания для карьеры в области системного администрирования, в том числе систем ЦОД, востребованность которых будет только возрастать в условиях проводимой в России политики цифровизации.
- формируется база для разработки очень важного класса продуктов – встраиваемых систем.
- вырабатываются навыки работы с конструкциями языка, которые могут быть применены при работе с Си-подобными языками, унаследовавшими базовые конструкции Си.
- приобретаются навыки использования богатого набора библиотек, реализованных на Си, в программах на популярных сейчас языках, таких например, как Python.
- наконец, никто не отменил пока «Закона протекающих абстракций» Джозела Сполски [7]: «Все нетривиальные абстракции протекают» из которого следует, что так популярные в программировании абстракции высокого уровня не всегда защищают от необходимости иметь дело с глубокими подробностями и для решения проблем необходимо понять работу абстракции и реализацию ее на более низком уровне, которая очень часто выполнена именно на языке Си.

В заключение нельзя не процитировать великолепный фрагмент из [7]: «Во время моей первой стажировки в Microsoft я писал строковые библиотеки для Макинтоша. Типичное задание: написать версию функции `strcat`, которая возвращает указатель на конец новой строки. Несколько строчек кода на Си. Все, что я делал, пришло прямо со страниц одной тоненькой книжки про язык Си.

Сегодня же для работы над CityDesk'ом мне нужно знать Visual Basic, COM, ATL, C++, InnoSetup, внутренности Explorer, регулярные выражения (RegExp), DOM, HTML, CSS и XML. Все это инструменты более высокого уровня по сравнению со старым «K&R», а все ж таки мне и его надо знать, не то беда».

Библиографический список

1. Керниган Б., Ритчи Д. Язык программирования Си. 2-е изд.: Пер. с англ. М.: Вильямс, 2009.
2. The GNU C Library Reference Manual for version 2.38 Sandra Loosemore, Richard M. Stallman, Roland McGrath, Andrew Oram, and Ulrich Drepper [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gnu.org/software/libc/manual/pdf/libc.pdf>. 2023 Free Software Foundation, Inc. P. 1239 (04.11.2023).
3. List of C-family programming languages [Электронный ресурс] URL: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_C-family_programming_languages (04.11.2023).
4. C (programming language) [Электронный ресурс] URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/C_\(programming_language\)](https://en.wikipedia.org/wiki/C_(programming_language)).
5. GCC, the GNU Compiler Collection [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gnu.org/software/gcc/> (04.11.2023).
6. Daniel Munoz. After All These Years, the World Is Still Powered by C Programming (Спустя все эти годы мир по-прежнему опирается на программирование на языке Си) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.toptal.com/c/after-all-these-years-the-world-is-still-powered-by-c-programming> (04.11.2023).
7. Закон Дырявых Абстракций [Электронный ресурс]. URL: <http://www.grafik.freehand8.ru/057/glava-1-zakon-dyrjavyh-abstrakcij.htm> (04.11.2023).

РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОРЕНБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

© Волкова Т. В., Толмачев С. В.
Оренбургский государственный университет
Оренбург
tv1957@mail.ru

Представлены направления развития цифровизации сквозных бизнес-процессов высшего учебного заведения.

Ключевые слова: управление высшим учебным заведением, цифровизация, сквозной бизнес-процесс, цифровой продукт, внешняя среда.

DEVELOPMENT OF INFORMATION AND ANALYTICAL SYSTEM OF ORENBURG STATE UNIVERSITY

© Volkova T. V., Tolmachev S. V.

Orenburg State University
Orenburg

Directions for the development of digitalization of end-to-end business processes of a higher education institution are presented.

Key words: management of a higher education institution, digitalization, end-to-end business process, digital product, external environment.

Информационно-аналитическая система Оренбургского государственного университета (ИАС ОГУ) продолжает успешно функционировать и развиваться, проекту уже более 25 лет. В интегрированной базе данных накоплен огромный пласт сведений, знаний, правил, поддерживающих реализацию различных сквозных бизнес-процессов университета. К таким бизнес-процессам относятся: управление организационно-штатной структурой вуза (ОШС), включая актуальное отображение компонентов ОШС на официальном сайте, в личных кабинетах, системах электронного обучения и других интегрированных средствах; управление персоналом; проведение приемной кампании; организация и проведение образовательного процесса; организация и контроль научно-исследовательской деятельности, управление внеучебной работой и др.

Проект ИАС ОГУ, организация ресурсов системы, как программных, так и информационных, сразу были нацелены на поддержку процессного подхода к управлению. Интеграционной составляющей всех автоматизируемых бизнес-процессов является единая база данных, ее модель поддерживает развитие программных систем ИАС ОГУ, возможность реализации новых задач и проектов, в том числе создание цифровых продуктов. Примеры таких продуктов, имеющих большую востребованность, приведены на рисунке 1; в их основе лежат ресурсы ИАС ОГУ, программного комплекса «Сайт ОГУ», интеграционные сервисы.



Название, доступ к цифровому продукту	Виды услуг, востребованность за январь – октябрь 2023 г
<p>Оплата услуг по технологии Интернет эквайринг https://www.osu.ru/</p> 	<p>Оплата образовательной услуги по заключенному ранее договору</p> <ul style="list-style-type: none"> • обучение по программам высшего образования • обучение по программам профессиональной переподготовки • обучение по программам повышения квалификации • обучение в университетских школах • обучение на языковых и других курсах • обучение в учебном центре «Сетевая академия Cisco» • занятия в студиях студенческого центра ДК «Россия» • обучение в центре дополнительного образования «Прогресс» <p>Оплата проживания в общежитии по заключенному ранее договору</p> <p>Оплата изготовления персональной карты доступа</p> <p>Оплата разовой услуги (без заключения договора)</p> <ul style="list-style-type: none"> • занятия в секциях учебно-спортивного комплекса «Пингвин» • разовые полиграфические услуги научной библиотеки • организационные взносы за участие в конференциях • публикации в журналах ОГУ • прочие услуги <p>Более 19500 оплат</p>
<p>Обращения обучающихся https://www.osu.ru/iss/1win/</p> 	<p>Заявление на продление выплаты государственной социальной стипендии</p> <p>Заявление на предоставление скидки по оплате обучения</p> <p>Заказ справки о среднем доходе</p> <p>Заказ справки, подтверждающей факт обучения в ОГУ</p> <p>Заказ справки-вызова</p> <p>Заказ справки-подтверждения</p> <p>Заказ аттестационного листа (допуска для прохождения промежуточной аттестации)</p> <p>Более 15000 обращений</p>

Рис. 1. Востребованные цифровые продукты, реализованные на основе ИАС ОГУ

В рамках сервиса «Обращения обучающихся» функция формирования обращения сопровождается возможностью создания текстовых комментариев. В дальнейшем, применение методов искусственного интеллекта может способствовать реализации алгоритмов управления процессом формирования обращения: на основе использования фактов, сохраненных в базе данных ИАС ОГУ об обращающемся, правил формирования обращения, результатов анализа текста создаваемого комментария. Например, возможно формировать ответ на ряд видов обращений уже в процессе их формирования, исключая подпроцесс обработки обращения, реализовывать автоматизированные подсказки, комментарии.

Одним из важных направлений развития ИАС ОГУ является наращивание объема актуального контента официального сайта, формируемого на основе интегрированной базы данных и отражающего различные виды деятельности университета. Такие процессы реализуются посредством разработки новых программных компонентов ИАС ОГУ, интеграционных компонентов с программным комплексом «Сайт ОГУ». В 2023 г. реализовано формирование контента страницы об инновационных проектах, реализуемых в рамках научно-исследовательских работ работников и обучающихся университета (<http://www.osu.ru/doc/5419>, рисунок 2); готовится к внедрению программная система ИАС ОГУ, которая позволит агрегировать данные, загружаемые в базу данных сотрудниками институтов и факультетов о базах практик. Это дает возможность отображать сохраненные и обработанные по соответствующим алгоритмам данные о базах практик в обязательном разделе сайта вуза «Сведения об образовательной организации».

Инновационные проекты	
№ п/п	Название проекта
Аэрокосмический институт	
1	Модульная мультикоптерная платформа для ультрамалообъемного внесения химических веществ на сельскохозяйственных угодьях
2	Проект вибромашины с объемом камеры 50 л
Институт энергетики, электроники и связи	
3	Автономный источник электрической и тепловой энергии
4	Гибридная энергетическая установка (ГЭУ), работающих на базе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) для электроснабжения удаленных потребителей
5	Диагностический комплекс на базе БПЛА для диагностики объектов электроэнергетики
6	Доступная автоматизация и автоматика в России
7	Инжиниринговые услуги по модернизации и проведению пуско-наладочных работ электрооборудования станка токарно-карусельного модели 1516
8	Интеллектуальная, энергоэффективная система уличного освещения
9	Исследование комплексных показателей надежности ГПА
10	Лабораторный наладочно-исследовательский комплекс на базе оборудования фирмы "ОВЕН"
11	Многокоординатное устройство для изготовления деталей сложной формы методом дуговой наплавки
12	Программно-аппаратный комплекс для диагностики состояния электрооборудования
13	Разработка алгоритмов выбора оптимальной мощности и мест размещения компенсирующих устройств в узлах электрической сети
14	Разработка аппаратно-программного комплекса контроля радиационных параметров и электрических характеристик рентгеновских диагностических аппаратов
15	Разработка и изготовление электроприводов переменного и постоянного тока для металлорежущих станков
16	Разработка интеллектуальных систем поддержки принятия решения по техническому перевооружению и реконструкции электроэнергетических объектов
17	Разработка устройства активной поддержки оператора электрических подстанций на основе машинного зрения
18	Разработка энергоэффективного электропривода индивидуального транспортного средства
19	Разработка энергоэффективных асинхронных двигателей (АД)
20	Расчет и моделирование бесколлекторных электродвигателей постоянного тока

Рис. 2. Фрагмент раздела сайта ОГУ «Инновационные проекты», контент которого формируется на основе интегрированной базы данных

Важным направлением развития ИАС ОГУ является разработка и реализация алгоритмов для формирования из базы данных отчетных сведений, которые необходимы для загрузки во внешние информационные системы. Это большая часть отчетов ВПО «Сведения об организации, осуществляющей образовательную деятельность по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры» (более 50 больших, сложных отчетов); сведения об обучающихся по направлениям, связанным с искусственным интеллектом и ряд других. Для выгрузки сведений для Пенсионного фонда РФ, включая данные договоров гражданско-правового характера, сведений о выданных вузом дипломах (Федеральный реестр сведений о документах об образовании) в программных системах ИАС ОГУ, используемых в отделе управления персоналом, учебно-методическом управлении, созданы специальные инструменты.

В университете в настоящее время реализуется значительное количество программ дополнительного образования, переподготовки, повышения квалификации. В рамках информационной поддержки организации и проведения образовательного процесса по таким программам, в том числе в рамках проекта «Цифровые кафедры», в программной системе «Учебные планы» реализованы задачи фор-

мирования учебных планов дополнительных программ, что позволило своевременно осуществить цифровизацию ряда сквозных бизнес-процессов, в том числе формирование оптимального учебного расписания для групп, в которых есть обучающиеся по двум программам.

Ежегодно огромный объем работ проводится в рамках цифровых процессов, связанных с организацией и проведением приемной кампании, это, в первую очередь, решение задач обмена данными между ИАС ОГУ и цифровым сервисом «Поступление в вуз онлайн» единого портала государственных услуг РФ.

Ведутся работы в рамках проекта создания и внедрения механизма простой электронной подписи работника, подтверждающей статус ряда документов, отображаемых на официальном сайте ОГУ, в личных кабинетах, других программных системах ИАС ОГУ; данный механизм уже апробирован в личном кабинете абитуриента.

Рост требований внешней среды, реализация новых бизнес-процессов в университете ставят задачи постоянного наращивания функций и объемов информационных ресурсов информационно-аналитической системы Оренбургского государственного университета.

Библиографический список

1. Сайт «Информационно-аналитическая система Оренбургского государственного университета» [Электронный ресурс]. URL: <https://ias.osu.ru>.
2. Веденеев П. В. Цифровые сервисы в образовательном процессе вуза [Электронный ресурс] / П. В. Веденеев, Т. В. Волкова, Е. В. Дырдина // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всерос. науч.-метод. конф. (с междунар. участием), 26–27 янв. 2022 г., Оренбург / М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Оренбург. гос. ун-т». Электрон. дан. Оренбург: ОГУ, 2022. С. 644–651.

ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ И КЛЮЧЕВЫХ ТОЧЕК ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННОЙ СЕТИ YOLO v7 НА БАЗЕ УМНОЙ КАМЕРЫ ОАК-D-РoE

© Гасан И. С., Семёнов А. В.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

ilya.gasan@mail.ru, alexsem26@gmail.com

В данном докладе представлено детальное исследование этапов интеграции нейронных сетей в инновационную камеру ОАК-D-РoE. Основной упор исследования направлен на тщательное изучение технологии, обеспечивающей локальную обработку данных, а также на возможность успешной интеграции двух нейросетей, представляющих различные архитектурные решения и демонстрирующих разные уровни зависимости от окружающих условий.

Выбор средств разработки оправданно осуществлен с учетом оптимальной эффективности: инструментарий включает в себя высокотехнологичную камеру ОАК-D-РoE и мощную платформу разработчика OpenVino Runtime. Этот выбор обеспечивает не только высокий уровень функциональности, но и оптимальные условия для проведения исследования по предложенной тематике.

Подчеркивается, что данный подход позволяет не только интегрировать нейронные сети в умную камеру, но и успешно управлять их взаимодействием в разнообразных условиях, что открывает перспективы для эффективного применения в сферах детекции объектов и ключевых точек.

Ключевые слова: видеоаналитика, компьютерное зрение и методы распознавания, глубокое обучение, технологии обработки изображений, алгоритмы детекции объектов.

OBJECT AND KEY POINT DETECTION USING YOLO v7 NEURAL NETWORK ON OAK-D-POE SMART CAMERA

© Gasan I. S., Semenov A. V.

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

This presentation provides a detailed exploration of the stages involved in integrating neural networks into the innovative OAK-D-PoE camera. The primary focus is on a thorough examination of the technology enabling local data processing and the successful integration of two neural networks with different architectural solutions, demonstrating varying levels of dependence on environmental conditions.

The selection of development tools is justified for optimal efficiency, incorporating the advanced OAK-D-PoE camera and the robust OpenVino Runtime developer platform. This choice ensures not only a high level of functionality but also optimal conditions for conducting research on the proposed topic.

It is emphasized that this approach allows not only the integration of neural networks into a smart camera but also effective management of their interaction in diverse conditions, opening perspectives for efficient applications in the realms of object detection and key point identification.

Key words: video analytics, computer vision, recognition methods, smart videocamera.

При применении нейросетевых моделей в производственных сценариях, например, таких как конвейерные производства и рыбоводство и т. д., возникает важный вопрос о местоположении технических средств для обработки данных.

Традиционная передача больших объемов данных на центральный сервер для последующей обработки не всегда обеспечивает точный контроль над технологическими процессами в режиме реального времени из-за временных задержек. Существует несколько аспектов использования серверных мощностей, таких как высокая задержка, нагрузка на сеть, конфиденциальность данных и недоступность в удаленных производственных условиях без сети.

В данном контексте локальные вычислительные устройства, такие как OAK-d-PoE¹, Jetson Nano², Raspberry Pi³, представляют собой перспективные альтернативы. Они обладают компактными размерами, высокой производительностью и поддержкой различных датчиков, что делает их эффективным решением для обработки данных на месте.

Цель данного исследования заключается в исследовании возможностей локальной обработки данных и интеграции обученной нейросети YOLO v7 в камеру OAK-D-PoE. В качестве основных инструментов разработки использовались средства работы с камерой OpenVino Runtime [1].

Для проведения эксперимента были использованы данные для обучения нейронных сетей. Нейросеть YOLO v7 [2] была обучена на датасете, содержащем изображения ягод (клюквы в сахаре). Основной задачей нейросети было детектирование ягод на конвейере.

В результате проведенных исследований были получены необходимые файлы для запуска предварительно обученной нейросети YOLO v7 на камере OAK-D-PoE, с использованием инструментов разработчика OpenVino Runtime⁴. Процесс успешно завершен, и нейросеть была запущена на камере, продемонстрировав эффективность в выполнении задачи детекции ягод.

Метрики точности обученной модели представлены на рисунке 1.

¹ OAK-d-PoE, Luxonis. URL: <https://docs.luxonis.com/projects/hardware/en/latest/pages/SJ2088POE>

² Jetson Nano. NVIDIA. URL: <https://developer.nvidia.com/embedded/jetson-nano-developer-kit>

³ Raspberry PI. URL: <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-5/>

⁴ OpenVino Get Started. OpenVino. URL: https://docs.openvino.ai/2022.3/get_started.htm

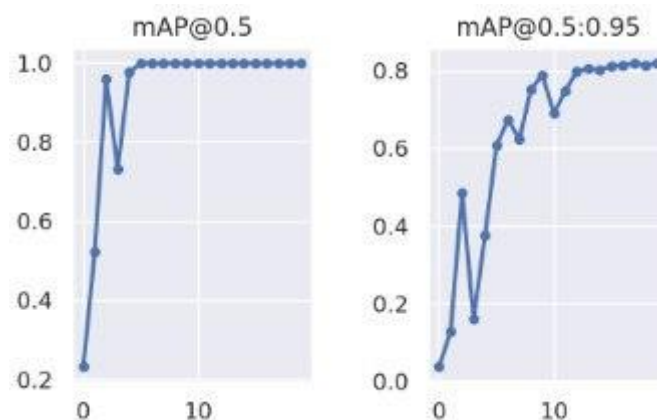


Рис. 1. Метрики качества модели YOLO v7 s после обучения

Результаты интегрированной модели на камере ОАК-d-PoE представлены на рисунке 2.

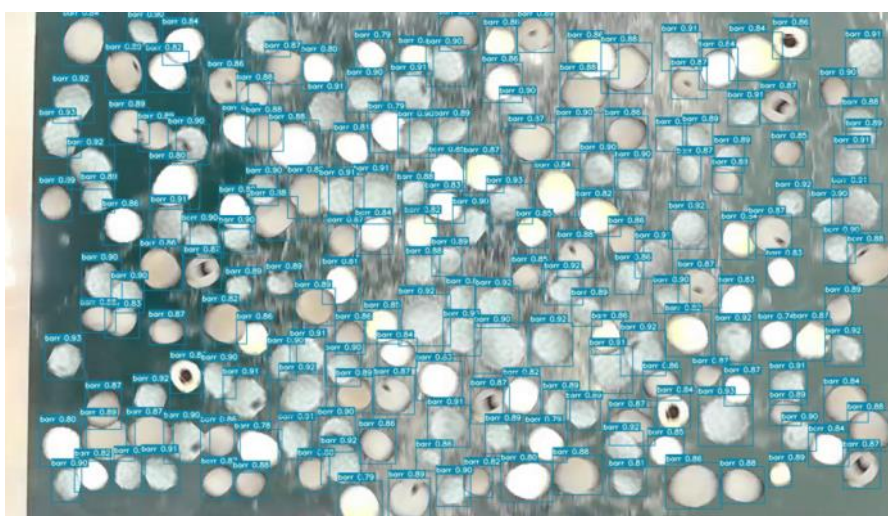


Рис. 2. Результаты интегрированной модели в камеру ОАК-d-PoE

Библиографический список

1. Аппаратный ускоритель на основе FPGA для CNN, использующий только встроенную память: проектирование и тестирование с помощью Intel Movidius Neural Compute Stick / Джанмарко Динелли [и др.]. URL: <https://www.hindawi.com/journals/ijrc/2019/7218758/> (дата обращения 24.09.2023).
2. Nvidia makes it easy to embed AI: The Jetson nano packs a lot of machine-learning power into DIY projects – [Hands on] / Stephen Cass. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9126102/authors#authors> (дата обращения 01.10.2023).
3. Jetson Nano. Nvidia. URL: <https://developer.nvidia.com/embedded/jetson-nano> (дата обращения 10.09.2023).
4. New Chip Could Enable Mobile Devices to Implement Neural Networks Modeled on Human Brain URL: <https://neurosciencenews.com/neural-network-mobile-chip-3563/> (дата обращения 01.10.2023).
5. Develop for All Six NVIDIA Jetson Orin Modules with the Power of One Developer Kit. Suhas Hariharapura Sheshadri. URL: <https://developer.nvidia.com/blog/develop-for-all-six-nvidia-jetson-orin-modules-with-the-power-of-one-developer-kit/> (дата обращения 10.09.2023).
6. Benchmark Analysis of Jetson TX2, Jetson Nano and Raspberry PI using Deep-CNN/ Ahmet Ali Szen. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9152915> (дата обращения 01.10.2023).
7. Exploring the Capabilities of Mobile Devices Supporting Deep Learning. Yitao Chen. URL: https://www.researchgate.net/publication/325640417_Exploring_the_Capabilities_of_Mobile_Devices_Supporting_Deep_Learning (дата обращения 01.10.2023).

8. Solving Entry-Level Edge AI Challenges with NVIDIA Jetson Orin Nano. Лиле Субраманиам Карумбунатан. URL: <https://developer.nvidia.com/blog/solving-entry-level-edge-ai-challenges-with-nvidia-jetson-orin-nano/> (дата обращения 08.10.2023).

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕРАТИВНОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ЛИСТА НАЗНАЧЕНИЯ ВРАЧЕБНЫХ РЕКОМЕНДАЦИЙ

© Гришина Л. С., Жигалов А. Ю., Болодурина И. П.
Оренбургский государственный университет
Оренбург
leroy137.artur@gmail.com

В докладе рассмотрено применение генеративной модели GPT-2 к генерации листа назначения врачебных рекомендаций.

Ключевые слова: NLP, генерация текста, GPT-2.

APPLICATION OF A GENERATIVE MODEL FOR THE FORMATION OF A LIST OF MEDICAL RECOMMENDATIONS FOR APPOINTMENT

© Grishina L. S., Zhigalov A. Yu., Bolodurina I. P.
Orenburg State University
Orenburg

The report discusses the application of the GPT-2 generative model to the generation of medical prescription sheets.

Key words: NLP, Text Generation, GPT-2.

Внедрение электронных медицинских карт пациентов (ЭМК), а также разработка единой государственной информационной системы позволило накопить большие данные. Однако получение нужной информации из слабоструктурированных текстовых данных является трудной задачей, для этого необходимо использование методов искусственного интеллекта обработки естественных языков. Одной из задач в сфере медицинского документооборота является генерация шаблона врачебных рекомендаций.

Целью данного доклада является исследование генеративной модели для задачи генерации клинических рекомендаций для пациента.

Постановку задачи языкового моделирования можно сформулировать следующим образом: необходимо провести оценку вероятности появления произвольного слова w_n после произвольной последовательности слов $w_1^{n-1} = (w_1, w_2, \dots, w_{n-1})$, где $w_i \in W$.

На основе марковского правила можно утверждать, что $p(w_n | w_1^{n-1}) \approx p(w_n | w_{n-k}^{n-1})$, при $k \ll n$. Тогда вероятность появления произвольной последовательности слов в тексте вычисляется следующим образом $p(w_1^n) = \prod_{i=1}^n p(w_i | w_{i-k}^{i-1})$.

Обучающая выборка в рамках данного исследования – неразмеченный корпус жалоб пациентов на приеме у терапевта и заключения (рекомендации) врачей.

Для разработки генеративной модели использовано обезличенные 364000 протоколов посещений с 01 октября по 31 декабря 2021 года. Объем xml-файлов варьировался от 3 КБ до 1008 КБ (от степени наполненности). Данные содержали информацию о жалобах пациента и рекомендаций врача.

В качестве генеративной модели использована предобученная нейросетевая модель GPT 2 Large в конфигурации «sberbank-ai/rugpt2large» [1]. Для обучения модели использовалось 100 эпох на корпусе из клинических текстов жалоб пациентов.

Модель GPT-2 является авто-регрессионной моделью и генерирует новое слово на каждой итерации. Модель GPT-2 состоит из блоков декодера, использует механизм внимания и использует генеративное предварительное обучение. GPT использует структуру декодера Transformer (рис. 1).

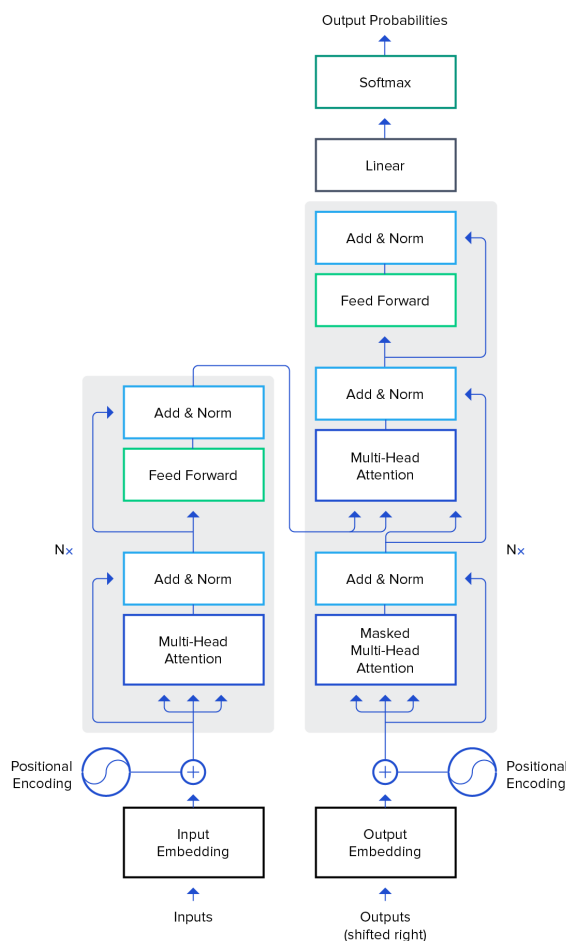


Рис. 1. Архитектура модели трансформера

Для оценки качества сгенерированного текста воспользуемся метрикой BLEU (Bi – Lingual Evaluation Understudy) [2], которое измеряет сходство текста, переведенного с помощью генеративной модели, с набором высококачественных справочных переводов. Данная метрика может использовать n-граммы различной длины, вычислим значение для построенной модели генерации рекомендаций на тестовом наборе из 2000 протоколов жалоб и назначений (рис. 2).

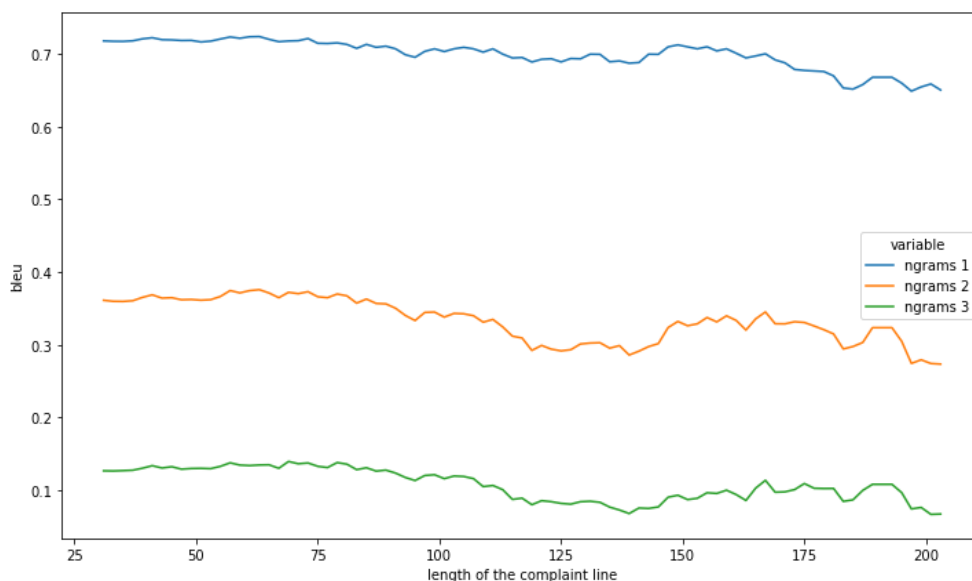


Рис. 2. Значение метрики BLEU при различных минимальных длинах входного текста

Заранее отметим, что набор данных представляет собой «сырые» данные медицинской информационной системы, поэтому сравнение с ответом врача – единственно доступный эталон. Однако, эти

значения позволят будущим исследованиям ориентироваться в качестве языковых моделей. Среднее значение BLEU2 составляет 0.33329, а среднее значение BLEU3 составляет 0.10725.

В рамках данного исследования осуществлена попытка рассмотрения подхода к анализу неструктурированных русскоязычных медицинских текстов в рамках решения задачи генерации рекомендаций для пациента, основанный на модели глубокого обучения GPT 2 Large, предварительно обученной на русскоязычном тексте от sberbank-ai. Оценка сходства сгенерированных рекомендаций с реальными рекомендациями врачей на основе метрики BLEU на основе биграмм и триграмм в среднем составила примерно 0.333 и 0.107 соответственно.

Поддержка исследований. Исследование выполнено финансовой поддержке стипендии Президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам (СП-919.2022.5).

Библиографический список

1. A Family of Pretrained Transformer Language Models for Russian. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://huggingface.co/ai-forever/rugpt3large_based_on_gpt2/.4.
2. Foundations of NLP Explained – Bleu Score and WER Metrics. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://towardsdatascience.com/foundations-of-nlp-explained-bleu-score-and-wer-metrics-1a5ba06d812b/>.

ИМИТАЦИЯ ДАННЫХ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И МОНИТОРИНГА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОЙ ДОСТУПНОСТИ ФИЗИЧЕСКИХ СЕНСОРОВ

© Ермаков В. А., Корзун Д. Ж.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

ermvad@cs.karelia.ru, dkorzun@cs.karelia.ru

Задача диагностики технического состояния является актуальной для крупных машиностроительных предприятий. Ее цель – своевременное обнаружение дефектов и неполадок на ранних стадиях развития, чтобы предотвратить аварийные ситуации. Для этого ставится задача сбора разнообразных данных с различных сенсоров, которые могут быть использованы в работе автономных мобильных роботов и анализе точности выполнения физических упражнений человека.

Ключевые слова: имитационное моделирование, промышленный интернет вещей, датчики.

DATA IMITATION FOR TECHNICAL CONDITION MONITORING AND DIAGNOSTICS WITH LIMITED AVAILABILITY OF PHYSICAL SENSORS

© Ermakov V. A., Korzun D. G.

Petrozavodsk State University

Petrozavodsk

The task of diagnostic technical condition is relevant for large machine manufacturing companies. Its purpose is to detect defects and malfunctions at an early stage in order to prevent accidents. This requires collecting various data from different sensors that can be used by autonomous mobile robots and analyzing the accuracy of human physical exercise.

Key words: simulation modeling, IIoT, sensors.

Задача диагностики технического состояния является актуальной для крупных машиностроительных предприятий с целью своевременного обнаружения дефектов и возможных неполадок в своей начальной фазе развития, не допуская возникновения нештатных ситуаций [1]. Это требует большого набора разнородных данных с сенсоров различных классов. Схожие наборы данных требуются для изучения поведения алгоритмов автономных мобильных роботов для задач навигации на местности, например при использовании симулятора Gazebo [2]. В этот класс задач, так же можно отнести сенсорикку связанную с движением – задачу определения точности выполнения физических упражнений человеком, например на уличных тренажерах, где требуются данные, связанные с дви-

жением [2; 3]. Зачастую, для получения такого набора требуются life-time тесты имитирующие всевозможные ситуации, включая аварийные, что затратно, как по времени, так и по ресурсам. Таким образом, возникает проблема генерации достаточного объема для исследовательских задач [3; 4]. В случае невозможности проведения life-time тестов возникает задача разработки комплексного инструмента, позволяющего имитировать набор данных, сопоставимый с реальными, согласно заданному сценарию, и способного к бесшовной интеграции в систему [3]. Дополнительно, подобное решение может использоваться в разработке ПО через тестирование (англ. test-driven development (TDD)).

Имитационная модель датчика определяется сценарием, что подразумевает генерацию набора данных по заданному закону за определенный промежуток времени [3]. В простейшем случае, таким законом может быть одно из известных распределений, в более сложных вариантах используется информация о возможных режимах работы производственного оборудования, например, такая как рабочие циклы, остановка или запуск оборудования. Так же сценарий может задаваться характеристиками и режимами работы целевого производственного оборудования. Каждый виртуальный датчик привязан к узлу производственного оборудования и выполняет генерацию показаний на основе сценария. Набор виртуальных датчиков на экспериментальном стенде определяет систему имитационного моделирования для тестирования работы функций мониторинга производственного оборудования [6].

Сегодня на рынке физических сенсоров представлены продукты различных производителей, однако в связи с текущей геополитической обстановкой, часть сенсоров для отечественного потребителя неконкурентоспособна, в связи с чем фокус смещается в сторону отечественных производителей компонентов сенсорных систем. Основная категория сенсоров, для которых актуальна имитация данных – IMU сенсоры, а также сенсоры, позволяющие выполнять сенсорику окружающей обстановки (дальномеры, в т. ч. лазерные, оптические, ультразвуковые, климатические сенсоры). Такой набор сенсоров может применяться в мобильных роботах, осуществляющих автономное движение; или в системах, связанных с точным определением положением какой-либо части узла, например, в задаче определения точности выполнения физических упражнений человека с помощью датчика угловых перемещений.

В системах, использующих данные окружающей сенсорики могут применяться сенсоры невоенного (гражданского) назначения – массово выпускаемые на рынок, в том числе и отечественные модели. Современные датчики имеют исполнение в виде интегральной микросхемы, предназначенной для пайки на печатную плату; чувствительного элемента с первичным преобразователем, корпусированным для установки в специальный паз/кронштейн; готовым законченным изделием с модулями обработки и передачи данных по проводной или беспроводной технологии. Подобные сенсоры можно разделить на несколько классов по назначению:

1. *IMU сенсоры – датчики инерциальных навигационных систем* – акселерометры и гироскопы. Используются для определения локального определения положения объекта, построения его траектории.

2. *Датчики определения пространства* – дальномеры и лидары. Применяются для определения расстояния до препятствия перед объектом, а также для построения карты глубины на плоскости, или вдоль прямой.

3. *Тактильные датчики* – датчики механического давления, силы нажима. Используются, например, для определения свойств препятствия перед объектом – проходимое или не проходимое.

4. *Датчики вспомогательных систем* – тахометрические и метео-датчики. Используются для определения параметров окружающей среды, например, температуры, скорости вращения движителей.

Использование имитационной модели датчика позволяет существенно сократить затраты времени и ресурсов на тестирование функций мониторинга. Знания о моделях, принципах и особенностях работы физических датчиков, представленных на отечественном рынке, позволит создать приближенную к реальным его виртуальную копию, способную имитировать любой режим работы, включая невозпроизводимые на реальном предприятии (отказ, поломка). Такая имитационная модель должна имитировать: а) штатную работу при рабочих параметрах системы; б) критические и аварийные ситуации, приводящие к поломкам в) ситуации невозпроизводимые либо ситуации необратимые (в т. ч. ресурсозатратные), которые невозможно воспроизвести с учетом особенностей датчиков. Использование такой имитационной модели датчика позволит достичь высокой точности и достоверности результатов тестирования. Отметим, что такой подход к тестированию функций мониторинга применим и при разработке методов интеллектуальной сенсорики, в том числе, для реализации робототехнических систем, интернет-систем мониторинга и цифровых ассистентов человека [7].

Таблица 1

Экземпляры датчиков используемых в сенсорике классов

Датчик	Класс датчиков	Измеряемая величина	Особенности
Акселерометр	IMU-сенсоры	Полное ускорение по трем осям (оси 0X,0Y,0Z; a , м/с ²)	Измеряет полное ускорение: сумму ускорения свободного падения и ускорения, обусловленного силами инерции. Доступность, низкая цена при приемлемой точности
Гироскоп	IMU-сенсоры	Угловая скорость по трем осям (оси нутации, прецессии и собс. вращения; ω , град/с)	Подвержены дрейфу нуля и аддитивной погрешности
Магнитометр	IMU-сенсоры	Величина проекции индукции магнитного поля на ось чувствительности (B , мкТл)	Позволяет определить угол собственного вращения объекта в магнитном поле Земли
Инклинометр	IMU-сенсоры	Угол наклона относительно гравитационного поля Земли (оси нутации, прецессии и собств. вращения; ϕ , град)	Точное определение углов положения, с нормировкой на ускорения, вызванных силами инерций
Ультразвуковой дальномер	Определение пространства	Расстояние до препятствия в сканируемом секторе α (d , м)	Низкая точность, определяет только самое близкое препятствие в сканируемом секторе, подвержен влиянию отраженного (ложного) сигнала.
Лазерный дальномер	Определение пространства	Расстояния до всех точек достижимых препятствий в секторе α с шагом λ ($[d_1, \dots, d_n]$, м)	Выполняет за измерительный цикл $n = \alpha/\lambda$ сканирований. Каждое сканирование – расстояние до предполагаемого препятствия.
Пьезоэлектрический датчик давления	Тактильные	Сила давления на чувствительный элемент (F , Н)	Величина индуцированной ЭДС прямо пропорциональна силе нажима. Для получения измеряемой величины к датчику прикладывается усилие, деформирующее его корпус
Емкостной датчик давления	Тактильные	Сила давления на чувствительный элемент (F , Н)	Изменение емкости чувствительного элемента прямо пропорциональна силе нажима. Для получения измеряемой величины к датчику прикладывается усилие, деформирующее его корпус
Тахометрический индуктивный датчик	Вспомогательные системы	Обороты в минуту/время одного оборота, при прохождении магнитного материала мимо чувствительного элемента (f , Гц, об ⁻¹)	Используется для определения скорости вращения колес/гусениц робота. Может быть использован для косвенного расчета траектории движения
Датчик температуры	Вспомогательные системы	Температура измеряемого объекта (t , град)	Возможно измерение температуры внутри мобильного робота и его аккумуляторной батареи, температуры окружающей среды, теплоносителя для подогрева/охлаждения компонентов робота

Поддержка исследований. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-11-20040 (<https://rscf.ru/project/22-11-20040/>), проводимого совместно с Республикой Карелия с финансированием из Фонда венчурных инвестиций Республики Карелия (ФВИ РК).

Библиографический список

1. Das O., Das D. B., Birant D. Machine learning for fault analysis in rotating machinery: A comprehensive review. Volume 9. Issue 6. Heliyon. 2023.
2. Wang X. et al. Wearable sensors for activity monitoring and motion control: A review // Biomimetic Intelligence and Robotics. 2023. С. 100089.
3. Kabir H., Tham M. L., Chang Y. C. Internet of robotic things for mobile robots: concepts, technologies, challenges, applications, and future directions // Digital Communications and Networks. 2023.

4. Беседный Н. Г. К разработке цифровой модели для предписывающего обслуживания промышленного оборудования / Н. Г. Беседный, С. А. Марченков, Д. Ж. Корзун // Цифровые технологии в образовании, науке, обществе: Материалы XV Всероссийской научно-практической конференции, Петрозаводск, 30 ноября – 03 декабря 2021 года. Петрозаводск: Петрозаводский государственный университет, 2021. С. 14–16.
5. Ермаков В. А. Концепция многопараметрической сенсорной программной системы для автономно движущегося робототехнического устройства / В. А. Ермаков, Д. Ж. Корзун // Цифровые технологии в образовании, науке, обществе: Материалы XV Всероссийской научно-практической конференции, Петрозаводск, 30 ноября – 03 декабря 2021 года. Петрозаводск: Петрозаводский государственный университет, 2021. С. 41–44.
6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021667466 Российская Федерация. Имитационная система виртуальных датчиков производственного оборудования: № 2021666618: заявл. 20.10.2021; опубл. 29.10.2021 / В. А. Ермаков, К. Е. Рудковский, Д. Ж. Корзун; заявитель Акционерное общество «ДжиЭс-Нанотех».
7. Корзун Д. Ж. Бионические методы сенсорики и окружающего интеллекта для реализации интернет-систем мониторинга жизнестойкости человека / Д. Ж. Корзун // Перспективы и возможности использования цифровых технологий в науке, образовании и управлении: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, Астрахань, 21–23 апреля 2022 года. Астрахань: Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева, 2022. С. 13–16.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ СИСТЕМ В ВЫПУСКНЫХ РАБОТАХ БАКАЛАВРОВ ФТИ

© Ершова Н. Ю.

Петрозаводский государственный университет
Петрозаводск
ershova@petsu.ru

Продемонстрированы сформированные ключевые инженерные компетенции по проектированию программно-аппаратных систем, представленные на защите выпускных работ бакалавров физико-технического института ПетрГУ. Рассмотрены примеры комплексного создания автоматизированных систем на базе микроконтроллеров с использованием стека современных программных технологий.

Ключевые слова: программно-аппаратная система, микроконтроллер, датчики, стек программных технологий.

DEVELOPMENT OF SOFTWARE AND HARDWARE SYSTEMS IN GRADUATE WORKS OF BACHELORS OF FTI

© Ershova N. Yu.

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

It is demonstrated the formed key engineering competences of software and hardware systems design, presented at the defense of graduate works of bachelors of the Institute of Physics and Technology of PetrSU. Examples of complex creation of automated systems based on microcontrollers using the stack of modern software technologies are considered.

Key words: hardware and software system, microcontroller, sensors, software technology stack.

Одним из приоритетов технологического развития Российской Федерации является переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта [1].

В 2022/2023 учебном году большая доля выпускных квалификационных работ (ВКР) бакалавров направлений подготовки «Информатика и вычислительная техника» и «Приборостроение» физико-технического института (ФТИ) ПетрГУ была посвящена именно разработке программно-аппаратных

систем. Во время выполнения ВКР студенты приобрели некоторые несложные навыки, например, по изготовлению двухсторонних печатных плат и/или проектированию корпуса устройств и его печати на 3D-принтере и освоили современные программные средства.

Так результатом выпускной работы по теме «Автоматизированная система мониторинга оксигенации» стал макет устройства на базе микроконтроллера ESP8266 и датчика MAX30102, измеряющего степень насыщения (сатурации) крови кислородом [2]. Общая схема взаимодействия аппаратного и программного обеспечения представлена на рисунке 1.

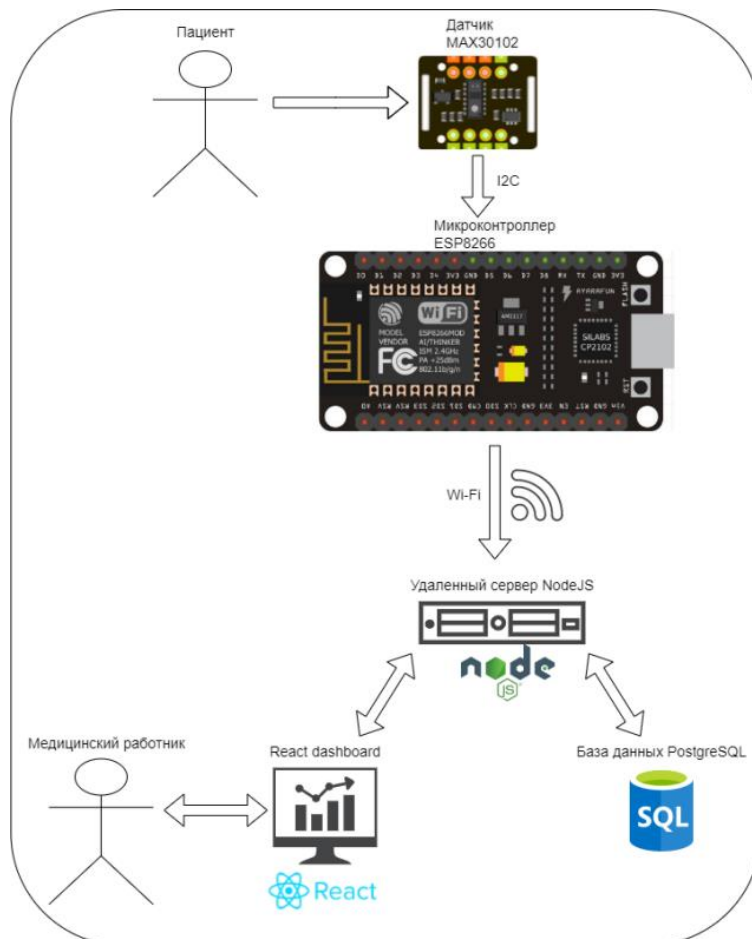


Рис. 1. Схема взаимодействия аппаратного и программного обеспечения системы мониторинга оксигенации

Автоматизированная система дает возможность медицинскому персоналу в реальном времени через пользовательский интерфейс, разработанный с использованием фреймворка React, получать наглядную информацию о состоянии пациента на графиках измерения пульса и уровня кислорода, построенных по значениям, сохраняемым в базе данных PostgreSQL. Разработанная система легко масштабируется по количеству пациентов.

В другой работе автоматизированная система управления твердотопливным котлом выполняет кроме набора стандартных функций, таких как:

- автоматическое включение циркуляционного насоса при нагреве до заданной температуры и последующее его отключение при охлаждении;
- поддержание заданной температуры теплоносителя путем включения и выключения нагнетательного вентилятора в процессе топки котла;
- аварийное отключение котла при достижении критических температур теплоносителя или дымовых газов;

еще и дистанционную установку параметров, и вывод информации о параметрах котла в мессенджер (рисунок 2) [3].

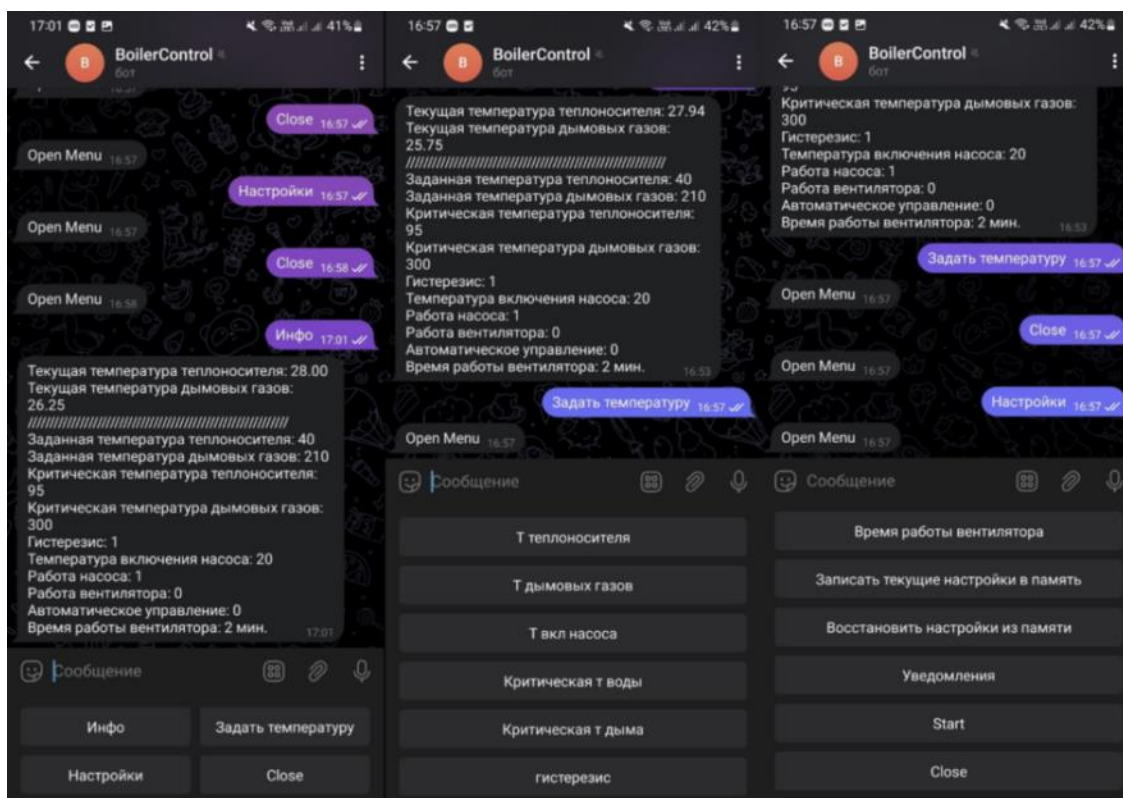


Рис. 2. Пользовательский интерфейс телеграмм-бота

В ВКР «Программирование светодиодной матрицы на микроконтроллере ESP» на базе микроконтроллера ESP8266 с помощью языка программирования Arduino C в среде Arduino IDE реализовано управление светодиодным экраном, разработан пользовательский веб-интерфейс на связке технологий HTML, JavaScript, CSS, React JS [4]. Собственно макет устройства спроектирован в КОМПАС-3D и распечатан с помощью 3D-принтера. Важно, что подготовлено руководство пользователя для работы со светодиодной матрицей. Результат рисования на светодиодной матрице представлен на рисунке 3.

Сразу две работы «Инструмент индивидуального контроля рабочей среды работника категории IA» и «Домашняя метеостанция на основе Arduino Nano» были посвящены контролю микроклимата в помещении [5; 6]. Выбран близкий набор датчиков, но реализован разный подход к проектированию и изготовлению корпуса системы (рисунок 4). В первой работе внешний вид корпуса спроектирован в программе SketchUp, затем корпус был выпилен из 3-х мм фанеры с помощью лазера, во второй – разработана 3D-модель с использованием КОМПАС-3D, затем корпус изготовлен на 3D принтере.



Рис. 3. Результат рисования на светодиодной матрице

Ценным является наличие во всех рассмотренных работах обоснования выбора датчиков, микроконтроллера, как управляющего устройства и обрабатывающего показания с датчиков, выбор систем автоматизированного проектирования, как для разработки принципиальной электрической схемы устройства, так и для проектирования корпуса, обоснование выбранного стека технологий программного обеспечения.



Рис. 4. Корпус метеостанции

Таким образом, бакалавры-выпускники ФТИ 2023 года на защите ВКР, продемонстрировали, в том числе и работодателям, сформированность ключевых компетенций по проектированию программно-аппаратных систем на базе микроконтроллеров. Отметим комплексность выполненных работ, в которых представлены как навыки работы с оборудованием, так и применение стека современных программных технологий: от проектирования и изготовления макета устройства, измерения и сбора данных с разных датчиков, до обработки, хранения, наглядного представления и анализа рабочих характеристик объектов управления, включая возможность дистанционных настроек оборудования.

Библиографический список

1. Приоритетные направления Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (СНТР) [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.amursma.ru/upload/docs/nauchnyu-otdel/Prioritetnye_napravleniya_SNTR.pdf.
2. Автоматизированная система мониторинга оксигенации [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://edu.petsu.ru/files/upload/Diplomas/2023/33625_168.txt.
3. Система автоматизированного управления для твердотопливных котлов [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://edu.petsu.ru/files/upload/Diplomas/2023/33897_210.txt.
4. Программирование светодиодной матрицы на микроконтроллере ESP [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://edu.petsu.ru/files/upload/Diplomas/2023/33891_760.txt.
5. Инструмент индивидуального контроля рабочей среды работника категории IA [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://edu.petsu.ru/files/upload/Diplomas/2023/35144_826.txt.
6. Домашняя метеостанция на основе Arduino Nano [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://edu.petsu.ru/files/upload/Diplomas/2023/33673_432.txt.

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО АННОТИРОВАНИЯ И РЕФЕРИРОВАНИЯ ТЕКСТОВ

© Жигалов А. Ю., Гришина Л. С., Болодурина И. П.

Оренбургский государственный университет

Оренбург

leroy137.artur@gmail.com

В статье рассмотрены подходы машинного обучения к генерации аннотаций новостных статей. Проведен анализ временных затрат алгоритмов и схожести с оригинальной статьей с помощью метрики ROUGE.

Ключевые слова: обработка естественных языков, аннотирование текстов, нейронные сети, слабо структурированная информация, машинное обучение.

RESEARCH OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE MODELS FOR AUTOMATIC AND ABSTRACTING OF TEXTS

© Zhigalov A. Yu., Grishina L. S., Bolodurina I. P.

Orenburg State University

Orenburg

The article discusses machine learning approaches to generating annotations of news articles. An analysis of time-consuming algorithms and analogues with the original article was carried out using the ROUGE metric.

Key words: natural language processing, text annotation, neural networks, weakly structured information, machine learning.

С каждым днем объем неструктурированной информации, такой как тексты, аудио и видеофайлы, изображения и социальные медиа данные, растет в геометрической прогрессии. Обработка таких данных становится все более важной для извлечения ценной информации, выявления закономерностей и принятия решений на основе них. Решение задачи анализа неструктурированной информации позволяет улучшить процесс поиска и рекомендаций, предлагая пользователям более точные и значимые результаты. Алгоритмы обработки информации могут анализировать содержание текста, контекст и паттерны, чтобы предоставить наиболее релевантные результаты.

В связи с этим, целью данной работы является исследование эффективности моделей искусственного интеллекта (ИИ) для автоматического аннотирования и реферирования текстов в области журналистики (суммаризации новостных статей).

Для суммаризации текста существуют алгоритмы, подсчитывающие важность предложений после, на основе различных текстов. Предложения набравшие наибольшую оценку важности попадают в краткое изложение текста.

Эвристический метод Luhn's [1]

Метод Luhn для обобщения текста основан на TF-IDF и выбирает наиболее важные слова в соответствии с их частотой.

Предложения, набравшие наибольшее количество баллов используются в краткой аннотации.

Latent Semantic Analysis (LSA) [2]

LSA является алгебро-статистическим методом, который извлекает скрытые семантические структуры слов и предложений, то есть извлекает особенности, которые нельзя упомянуть напрямую.

В LSA закодированные входные данные, раскладываются с использованием разложения SVD. Результаты которого можно использовать для выбора важных предложений определив функцию оценки предложения.

TextRank [3]

TextRank – это алгоритм суммаризации текста, основанный на графовой модели. Он использует концепцию PageRank, который применяется для ранжирования веб-страниц, и адаптирует его для оценки важности предложений в тексте.

Каждое предложение представляется узлом в графе. Затем вычисляется семантическая схожесть между предложениями, например, с помощью меры косинусного сходства или Жаккара. Эта схожесть используется для определения весов ребер между узлами, отражающих степень связи между предложениями.

Применяется алгоритм PageRank, который итеративно вычисляет важность узлов графа на основе их связей с другими узлами. Важность каждого предложения вычисляется как сумма значений PageRank для всех связанных с ним предложений.

После ранжирования предложений можно выбрать наиболее значимые предложения для создания краткого содержания.

LexRank [4]

Метод является модификацией TextRank. В отличие от TextRank, LexRank учитывает не только семантическую схожесть предложений, но и их позиционирование в тексте.

Результаты вычислительного эксперимента

Анализ рассмотренных методов проведен на открытом наборе данных, содержащий текстовые описания новостей в России [5]. Датасет поделен на 3 части для обучения, модели, валидации и тестирования. Каждый файл представляет собой json объект, где каждая строка файла содержит запись с 5 полями: URL, заголовок, полный текст, краткое описание и дата. Набор данных состоит из 6793 примеров.

Распределение данных по длине предложения представлено на рисунке 1.

Гистограмма распределения данных (test) от длины символов в тексте

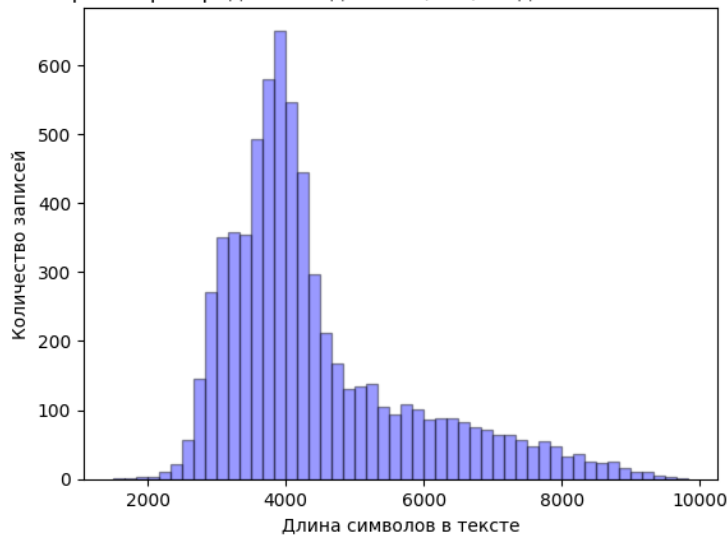


Рис. 1. Распределение данных по длине предложения для тестирования (а) и обучения (б)

Время, затраченное на генерацию аннотаций, представлено в таблице 1.

Таблица 1

Сравнение времени генерации аннотаций к текстам

Метод суммаризации	Время генерации (сек.)
Эвристический метод Lunh`s	141
Latent Semantic Analysis	586
TextRank	296
LexRank	347

Для оценки качества сгенерированных аннотаций используются метрики ROUGE [6]. Результаты метрики rouge для сгенерированных аннотаций представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты схожести сгенерированных аннотаций

Метод суммаризации	Rouge	Rouge 1 (F-мера)	Rouge L (F-мера)
Эвристический метод Lunh`s	0.481	0.138	0.132
Latent Semantic Analysis	0.483	0.123	0.119
TextRank	0.465	0.124	0.119
LexRank	0.518	0.149	0.143

Таким образом, среди рассмотренных методов алгоритм LexRank показал наибольший показатель метрики rouge для сгенерированных аннотация как по униграммам, так и по L-граммам, затратив в среднем на генерацию одной аннотации 19,58 секунд.

***Поддержка исследований.** Исследование выполнено финансовой поддержке стипендии Президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам (СП-919.2022.5).*

Библиографический список

1. Luhn's Heuristic Method for text summarization [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://iq.opengenus.org/luhns-heuristic-method-for-text-summarization/>
2. Kherwa P. and Bansal P., «Latent Semantic Analysis: An Approach to Understand Semantic of Text», 2017 International Conference on Current Trends in Computer, Electrical, Electronics and Communication (CTCEEC), Mysore, India, 2017. P. 870–874. DOI: 10.1109/CTCEEC.2017.8455018.
3. Zhang M., Li X., Yue S. and Yang L. «An Empirical Study of TextRank for Keyword Extraction», in IEEE Access. 2020. Vol. 8. P. 178849–178858. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.3027567.
4. LexRank method for Text Summarization [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://iq.opengenus.org/lexrank-text-summarization/>
5. Russian News Summarization Dataset [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.kaggle.com/datasets/phoenix120/gazeta-summaries/>
6. An intro to ROUGE, and how to use it to evaluate summaries [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.freecodecamp.org/news/what-is-rouge-and-how-it-works-for-evaluation-of-summaries-e059fb8ac840/>

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ МОДЕЛИ НА ОСНОВЕ ТРАНСФОРМЕРОВ В ЗАДАЧЕ АННОТАЦИИ ТЕКСТА

© Жигалов А. Ю., Гришина Л. С., Болодурина И. П.

Оренбургский государственный университет

Оренбург

leroy137.artur@gmail.com

В докладе приводится подход к применению модели на основе трансформеров BERT к задаче аннотирования текста.

Ключевые слова: обработка естественных языков, слабоструктурированная информация, bert, суммаризация текста.

INVESTIGATION OF THE APPLICATION OF THE TRANSFORMER-BASED MODEL IN THE TEXT ANNOTATION TASK

© Zhigalov A. Yu., Grishina L. S., Bolodurina I. P.

Orenburg State University

Orenburg

The report presents an approach to applying BERT transformer-based models to the problem of text annotation.

Key words: natural language processing, weakly structured information, bert, text summarization.

Суммаризация текста – это процесс извлечения важных предложений или фрагментов большого документа и объединения их в короткую версию документа. Суммаризация текста может быть эффективным как по времени, так и по затратам. Учитывая нынешние темпы роста данных, уже сейчас есть потребность в инструментах, который генерирующих более короткую версию текстовых контента пользователю.

Задача автоматического аннотирования текста состоит из 2 основных этапов: предварительная обработка данных и обучение модели для аннотирования.

Этап предварительной обработки данных включает в себя процесс очистки и преобразования слабоструктурированного исходного документа в векторный формат данных перед обучением модели. В данный этап входит удаление шумов, обнаруженных в документе; токенизация предложений и слов; удаление знаков препинания; удаление стоп-слов и часто встречающихся слов; стемминг и лемматизация слов.

Этап обучения включает в себя определения архитектуры модели трансформера (encoder и decoder), установка параметров обучения (количество эпох, оптимизатор, скорость сходимости).

Для исследования модели на основе трансформеров к задаче суммаризации текстов использована модель Bidirectional Encoder Representations from Transformers (BERT) [1]. Архитектура модели представлена на рисунке 1.

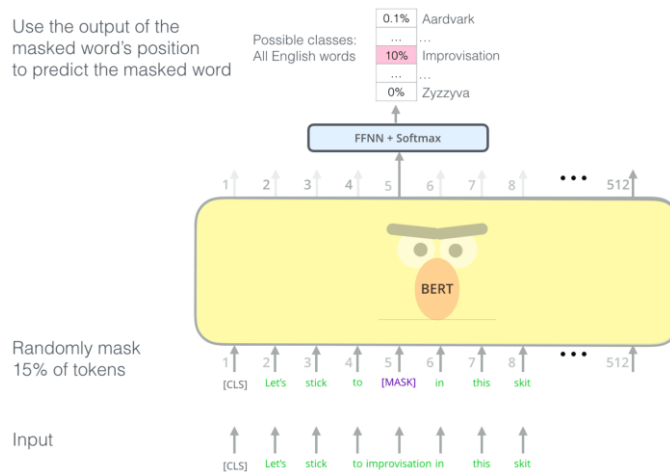


Рис. 1. Архитектура модели BERT

Модель имеет двунаправленный механизм внимания: это значит, что при обработке входной последовательности все токены могут использовать информацию друг о друге. Это делает такую архитектуру более удобной для задач, где нужно сделать предсказание относительно всего входа целиком без генерации, например, при классификации предложений или поиске пар похожих документов.

Для использования модели BERT к проблеме аннотирования текста экстрактивным подходом необходимо решить задачу бинарной классификации [2]. Пусть текст документа представлен в виде последовательности k предложений $d = \{sent_1, sent_2, \dots, sent_k\}$. Тогда аннотация текста может быть представлена в виде вектора $y_i = \{0, 1\} \ i = \overline{1, k}$, где 1 на i месте означает что предложение входит в краткое содержание текста.

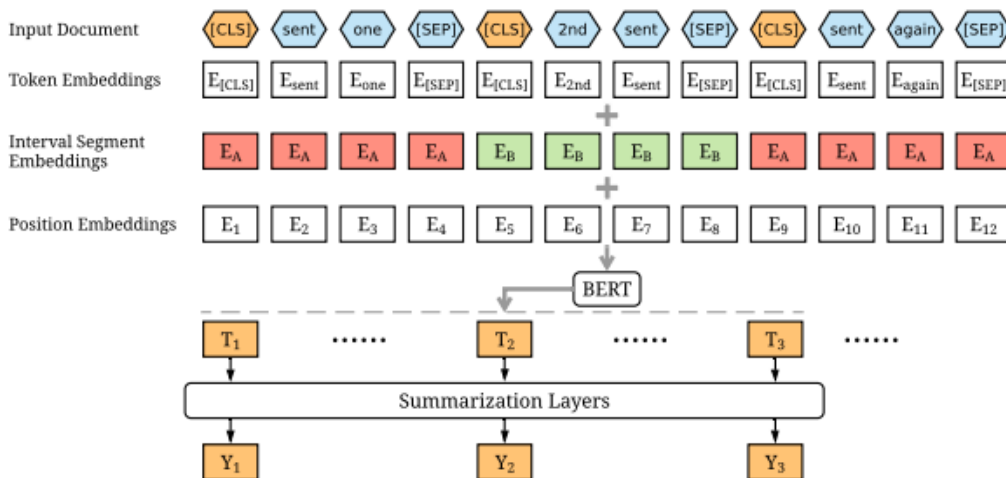


Рис. 2. Архитектура модели суммаризации с помощью BERT

Для использования модели BERT в задаче экстрактивного аннотирования, необходимо модифицируем входную последовательность предложений текста.

Для кодирования нескольких предложений используются токен [CLS] перед каждым предложением и токен [SEP] после каждого предложения.

Для определения токенов между предложениями используются интервальные сегменты. Так например как на рисунке 2 для $sent_i$ назначается сегмент E_A или E_B в зависимости от условия является i нечетным или четным.

После векторизации предложений с помощью BERT, несколько слоев модели специфичных для суммаризации текста используются поверх выходных данных BERT, чтобы извлечь признаки на уровне всего документа. Для каждого предложения, в документе рассчитывается оценка \hat{y}_i . Так как решается задача бинарной классификации, то функцией потерь является Binary Classification Entropy между прогнозируемым вектором \hat{y}_i и правильным y_i .

Заключение. В докладе представлен подход к применению модели на основе трансформеров к задаче суммаризации текста с помощью BERT.

Поддержка исследований. Исследование выполнено финансовой поддержке стипендии Президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам (СП-919.2022.5).

Библиографический список

1. Трансформеры [Электронный ресурс]. URL: <https://academy.yandex.ru/handbook/ml/article/transformery/>
2. BERT for text summarization [Электронный ресурс]. URL: <https://iq.opengenus.org/bert-for-text-summarization/>

ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДИКИ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА В РАМКАХ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭКОНОМЕТРИКА» ОБУЧАЮЩИМИСЯ НАПРАВЛЕНИЯ «ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ChatGPT

© Жидкова А. Д., Рего Г. Э.
Петрозаводский государственный университет
Петрозаводск
anya.zhidkova10@gmail.com, regoGr@yandex.ru

Исследование рассматривает преимущества и недостатки применения ChatGPT в освоении дисциплины «Эконометрика». В ходе экспериментального исследования оценивается эффективность применения ChatGPT для выполнения корреляционного анализа.

Ключевые слова: эконометрика, ChatGPT.

STUDYING THE METHODOLOGY OF CORRELATION ANALYSIS IN THE FRAMEWORK OF THE DISCIPLINE «ECONOMETRICS» BY STUDENTS OF THE DIRECTION «APPLIED MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE» USING ChatGPT

© Zhidkova A. D., Rego G. E.
Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

The study examines the advantages and disadvantages of using ChatGPT in learning the discipline of «Econometrics». During the experimental research, the effectiveness of using ChatGPT for conducting correlation analysis is evaluated.

Key words: econometrics, ChatGPT.

В современном мире, где данные являются ключевым ресурсом для принятия решений в бизнесе и государственном управлении, эконометрика играет важную роль в анализе и предсказании экономических явлений. Однако, изучение этой дисциплины может быть сложным и трудоемким процес-

сом для обучающихся. В связи с этим, применение современных технологий, таких как ChatGPT [1], может значительно облегчить процесс освоения эконометрики. Преимущества и недостатки применения чат-бота в образовательном процессе в целом были исследованы ранее [2]. В этой работе рассматривается применение ChatGPT при изучении методики корреляционного анализа в рамках дисциплины «Эконометрика».

Целью данного исследования является повышение эффективности обучения при изучении дисциплины «Эконометрика» с помощью применения языковой модели на базе искусственного интеллекта ChatGPT. Для достижения поставленной цели исследуются и решаются следующие задачи:

1. Разработать методику взаимодействия с ChatGPT для обучения эконометрике.
2. Провести экспериментальное исследование, направленное на оценку точности и эффективности ChatGPT при выполнении заданий по эконометрике.
3. Проанализировать полученные результаты и сделать выводы о возможности применения ChatGPT в освоении эконометрики.

Первым шагом для достижения поставленной цели является определение того, как чат-бот может быть использован в освоении эконометрики. Эконометрика – это дисциплина, которая занимается анализом экономических данных с использованием статистических методов. Обучающиеся часто сталкиваются со сложными концепциями и методами, освоение которых может вызывать трудности. Поэтому подход, в котором применяется ChatGPT, нацелен на облегчение процесса обучения и более глубокого понимания материала. В частности, ChatGPT может быть применен в освоении дисциплины «Эконометрика» для решения следующих задач:

1. Объяснение сложных концепций. ChatGPT способен предоставлять ясные и простые объяснения сложных эконометрических концепций. Обучающиеся могут задавать вопросы по дисциплине, и ChatGPT предоставит разъяснения, используя доступные данные.

2. Помощь в выполнении практических заданий. ChatGPT может быть использован для решения лабораторных работ и других заданий, что поможет обучающимся лучше понять, как применять эконометрические методы на практике. Чат может предоставлять код и объяснять процесс определения связи между данными, подсчитывать различные статистические показатели, такие как коэффициент корреляции, значение p -value, проверять статистическую значимость.

Для оценки точности и эффективности применения ChatGPT для освоения дисциплины «Эконометрика» было проведено экспериментальное исследование, представляющее собой ключевой этап данной исследовательской работы. В рамках исследования ChatGPT получал различные задания и данные, необходимые для проведения корреляционного анализа. Задачи включали в себя написание кода для построения диаграмм рассеяния, оценку наличия связи между величинами, расчет коэффициентов корреляции и проверку их статистической значимости с помощью значений p -value, а также выявление выбросов.

Подготовленная выборка данных содержала информацию о 9 переменных. Далее был разработан список запросов для ChatGPT, состоящий из набора данных и заданий для выполнения. Ответы оценивались с точки зрения полноты и точности. На основе анализа результатов, запросы и инструкции для ChatGPT итерационно совершенствовались. Процесс повышения точности и полноты ответов включал в себя переформулировку запросов, уточнение инструкций и адаптацию системы к особенностям задач по корреляционному анализу. По завершении взаимодействия с ChatGPT конечные результаты были проанализированы путем сравнения с эталонными результатами. С полным текстом запросов и ответов можно ознакомиться по ссылке https://github.com/AnnaZhidkova9/Econometrics_research.

По итогам проведенного экспериментального исследования были сделаны следующие выводы относительно применения ChatGPT для повышения эффективности образовательного процесса при изучении эконометрики:

1. ChatGPT успешно выполняет задачи, связанные с оценкой наличия связи между переменными. Чат-бот верно определяет, существует ли статистическая связь между данными и корректно аргументирует свои выводы, что является важным этапом в анализе данных.

2. ChatGPT генерирует корректный код на языке программирования R для построения диаграмм рассеяния. Это позволяет сокращать временные затраты на визуализацию взаимосвязей между переменными.

3. ChatGPT корректно определяет наличие выбросов в данных. Это важно для идентификации аномальных наблюдений, которые могут исказить результаты анализа.

Несмотря на эффективность в выполнении многих задач, ChatGPT демонстрирует нестабильность в расчете статистических показателей, таких как коэффициент корреляции и p -value. Чат-бот может

ошибаться в вычислениях, и получение верных результатов зачастую требует нескольких попыток расчетов. Это свидетельствует о том, что ChatGPT требует дополнительной настройки и совершенствования, чтобы улучшить точность вывода статистических показателей.

Методика взаимодействия с ChatGPT для обучения эконометрике включает в себя следующие этапы:

1. **Подготовка данных.** В начале исследования выполняется подготовка набора данных, который содержит информацию о переменных, необходимых для проведения корреляционного анализа.
2. **Разработка запросов.** На этом этапе создается список запросов для ChatGPT, в которых ChatGPT получает набор данных и задание для выполнения.
3. **Совершенствование запросов.** На основе анализа результатов взаимодействия с ChatGPT производится работа над улучшением запросов и адаптацией системы к особенностям задач по эконометрике. Важно сформулировать запросы так, чтобы получить точные и полные ответы от ChatGPT.

В ходе исследований была разработана методика взаимодействия с ChatGPT для обучения эконометрике. Важно отметить, что ChatGPT полезен для объяснения концепций и помощи в задачах, но не заменяет компьютерную алгебру и языки программирования для точных вычислений.

Библиографический список

1. Гимранов А. И., Иванова А. И. Что такое языковые модели и как работает ChatGPT // Профессиональные коммуникации в научной среде – фактор обеспечения качества исследований: материалы XII Всерос. науч. практ. конф. Под редакцией Р. С. Шамсутдинова [и др.]. Санкт-Петербург, 2023. С. 361–365.
2. Ивахненко Е. Н., Никольский В. С. ChatGPT в высшем образовании и науке: угроза или ценный ресурс? // Высшее образование в России. 2023. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/chatgpt-v-vysshem-obrazovanii-i-nauke-ugroza-ili-tsennyu-resurs> (дата обращения 18.10.2023).

АРХИТЕКТУРА ДАННЫХ И УПРАВЛЕНИЕ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ В ВЫСШЕМ УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕНИИ

© Иванов М. Н., Кротков П. В., Присада С. А.

Московский международный университет, Российский государственный социальный университет, Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова
Москва

ivanov@veel.ru, krotkovpv@mail.ru, sergey.prisada@yandex.ru

Цифровая трансформация высшего учебного заведения означает переход на уровень принятия решений на основе данных. Это в свою очередь требует выработки подхода к экономически обоснованному выстраиванию процессов управления данными и созданию условий для роста компетенций внутри учебного заведения. Рост компетенций в области работы с данными требуется не только со стороны ответственных за цифровую трансформацию, но также в подразделениях ответственных за источники данных. Понимание пользы от качества данных для основных видов деятельности, снижения стоимости управления, принятия обоснованных решений, создания новых сервисов должно быть доступно и прозрачно определено при реализации проекта по внедрению процессов управления данными за счет вовлечения в процесс всех смежных участников. Понимание архитектуры данных, связей различных источников, их влияние друг на друга владельцами данных позволит добиться изменения отношения к данным и роста культуры работы с ними. В статье рассматриваются типовые решения построения архитектуры данных для управленческого учета в части контроля затрат и оценки эффективности деятельности структурных подразделений, проектов и отдельных направлений деятельности методом Activity-based costing.

Ключевые слова: Цифровая трансформация, архитектура данных, управление данными, проект, внедрение процессов управления данными, комплексный подход, управленческий учет.

DATA ARCHITECTURE AND DATA-DRIVEN MANAGEMENT IN A HIGHER EDUCATION INSTITUTION

© Ivanov M. N., Krotkov P. V., Prisada S. A.

Moscow International University, Russian State Social University, I. M. Sechenov First Moscow State Medical University
Moscow

The digital transformation of a higher education institution means a transition to the level of data-based decision making. This requires developing an approach to economically sound building of data management processes and creating conditions for the growth of competencies within an educational institution. Increased competencies in the field of working with data are required not only on the part of those responsible for digital transformation, but also in the departments responsible for data sources. Understanding the benefits of data quality for core activities, reducing management costs, making informed decisions, and creating new services should be accessible and transparently defined when implementing a project to implement data management processes by involving all related participants in the process. Understanding the architecture of data, the connections of various sources, and their influence on each other by data owners will allow for a change in attitude towards data and an increase in the culture of working with it. The article discusses standard solutions for constructing a data architecture for management accounting in terms of cost control and assessing the effectiveness of the activities of structural divisions, projects and individual areas of activity by the Activity-based costing method.

Key words: Digital transformation, data architecture, data management, project, introduction of data of data, integrated approach, financial & management accounting.

Цифровая трансформация высшего учебного заведения означает переход на уровень принятия решений на основе данных. Это в свою очередь требует выработки подхода к экономически обоснованному выстраиванию процессов управления данными и созданию условий для роста компетенций внутри учебного заведения.

Понимание пользы от качества данных для основных видов деятельности, снижения стоимости управления, принятия обоснованных решений, создания новых сервисов должно быть доступно и прозрачно определено при реализации проекта по внедрению процессов управления данными за счет вовлечения в процесс всех смежных участников.

Понимание архитектуры данных, связей различных источников, их влияние друг на друга владельцами данных позволит добиться изменения отношения к данным и роста культуры работы с ними.

Применения АВС-анализа дает возможность:

- определить и провести общий анализ себестоимости бизнес-процессов университета;
- провести функциональный анализ, связанный с установлением и обоснованием выполняемых структурными подразделениями университета функций с целью обеспечения высокого качества образовательных и прочих услуг в рамках деятельности университета;
- определить и провести анализ функциональных затрат;
- провести анализ интегрированного улучшения результатов деятельности университета.

Хранилище данных для проведения АВС-анализа деятельности университета представляет собой комплекс взаимосвязанных данных и расчетных показателей, отражающих функционирование университета как субъекта хозяйственной деятельности и сгруппированных в целом по университету и в разрезе структурных подразделений.

Создаваемое хранилище данных должно являться источником информации для анализа и принятия решений, быть ориентированным на внутренних пользователей, его содержание определяется в первую очередь целями и задачами управления. Разработка витрин данных и управленческой отчетности осуществляется в соответствии со следующими принципами:

- отчетные формы должны быть адресными и конкретными;
- отчеты должны содержать оперативную систематизированную информацию, полезную для принятия управленческих решений;
- затраты на подготовку внутренней управленческой отчетности не должны превышать экономического эффекта от ее использования.

Специальные требования к архитектуре хранилища данных:

- гибкая, но единообразная структура;
- понятность и обозримость информации;
- оптимальная частота обновления и представления;

- гарантированная достоверность;
- пригодность для анализа и оперативного контроля.

Состав отчетов, витрин данных, отчетные периоды и периоды обновления данных, сроки предоставления устанавливаются гибко, дорабатываются по запросу функциональных заказчиков, руководителей направлений, тем самым определяя пользу единого хранилища данных и сводной аналитики деятельности университета для принятия управленческих решений.

Обязательными требованиями к структурному подразделению, осуществляющему внедрение управления данными являются:

- исследование и тестирование программных средств, средств управления данными, информационно-аналитических платформ с целью внедрения в университете;
- внедрение, учет, контроль и сопровождение технологий анализа данных и прогнозирования;
- создание методик анализа данных, создание моделей данных, создание прогнозных моделей, анализ бизнес-процессов, анализ данных и информационных систем университета;
- оказание консультаций по использованию технологий анализа данных и прогнозирования в деятельности Университета.

Одной из методик внедрения контроля результатов для разработки и внедрения хранилища данных, витрин данных является методологии «Водопад» (каскадная разработка продуктов), предусматривающая стандартизированный подход с типовыми этапами проекта, за счет чего повышается точность оценки бюджета и возможность контролировать его исполнение по этапам и основным результатам.

Авторы предлагают для достижения наивысшего эффекта от внедрения процессов управления на основе данных применять итеративный и гибкий подход к разработке и реализации, при котором цифровые решения создаются инкрементально с самого начала проекта. Накапливая компетенции по мере работы над проектом, развивая методологию и внутреннюю экспертизу.

Гибкий подход и итеративность предполагает применение методологии «Stage-Gate» в котором инициативы разделяются на отдельные этапы или фазы, разделенные точками принятия решений; на каждом входе решение принимается рабочей группой, в которую обязательно вовлекаются владельцы данных и исполнители. В задачи группы будет входить создание методик, анализ данных, реализация прототипов, согласовывание получаемых результатов, документирование процесса. В результате прототипирования будут определены функциональные характеристики системы.

При создании хранилища данных, витрин данных, методик университетом должны быть проведены работы:

- выработка гипотез и формирование инициативы цифровой трансформации;
- определение, согласование необходимых функциональных характеристик;
- разработка методики, изучение источников данных;
- реализация прототипа;
- проверка реализации (сравнение выводов с гипотезой);
- документирование методологии и функциональных характеристик.

Предложенный подход сократит время реализации проекта, и снизит финансовые риски за счет:

- прототипирование на открытых и свободно-распространяемых платформах (нет необходимости приобретения коммерческие платформы);
- снижение количества внутренних согласований;
- рост компетенций внутри университета.

Библиографический список

1. Zelenina A., Petrosov D., Pleshakova E., Osipov A., Ivanov M. N., Choporov O., Preobrazhenskiy Yu., Petrsova N., Roga S., Lopatnuk L., Morozov N. V. Modeling of management processes in distributed organizational systems, *Procedia Computer Science*. 2022. Vol. 213. 2022. P. 377–384.
2. Radygin V. Yu., Kupriyanov D. Yu., Bessonov R. A., Ivanov M. N., Osliakova I. V. Application of text mining technologies in Russian language for solving the problems of primary financial monitoring, *Procedia Computer Science*. 2021. Vol. 190. P. 678–683.
3. Valyavsky A. Y., Ivanov M. N., Uchevatkina N. V. Features of Financial Support of the Educational Process with the Use of E-Learning and Distance Learning Technologies // *International Scientific Conference «Far East Con»(ISCFEC 2020)*. Atlantis Press, 2020. С. 3089–3095.
4. Жукова А. П., Иванов М. Н., Присада С. А. К вопросу цифровой грамотности научно-педагогических работников: подготовка и проведение мониторинга готовности к использованию цифровых технологий в образовательной деятельности. В сборнике: Наука. Информатизация.

Технологии. Образование. Материалы XIII международной научно-практической конференции. 2020. С. 59–63.

5. Барыкин Д. В., Боровин Ю. М., Латышева О. П., Присада С. А. Обзор современных тенденций развития технологий в системах электронного межведомственного документооборота. Известия МГТУ МАМИ. 2013. Т. 1. № 4 (18). С. 312–315.
6. Кошкин А. В., Петухов В. А., Присада С. А., Боронников Д. А. Разработка аппаратно-программного комплекса организационно-технического сопровождения и мониторинга выполнения подведомственными учреждениями научных исследований в рамках государственного задания. Известия МГТУ МАМИ. 2012. Т. 3. № 2 (14). С. 488–494.
7. Антонов М. С., Беспалов О. Ю., Присада С. А. Сетевой программный комплекс по обеспечению информационной и методической поддержки процессов управления научными исследованиями – Известия Московского государственного индустриального университета. 2011. № 3 (23). С. 43–47.

ТЕКСТОВАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ НОВОСТНЫХ СТАТЕЙ НА ОСНОВЕ НАБОРОВ КЛЮЧЕВЫХ СЛОВ

© Ивашнев К. Р., Корзун Д. Ж.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

ivashnev-kirill@mail.ru, dkorzun@cs.karelia.ru

Рассматривается метод классификации новостных интернет-ресурсов по темам, в котором соответствие ресурса теме определяется на основе словаря – набора ключевых слов и стоп-слов. Приведены примеры задания словарей и их преобразования в регулярные выражения. Представлен алгоритм классификации, основанный на использовании регулярных выражений и подсчета частот встречаемости слов.

Ключевые слова: текстовая классификация, текстовая категоризация, регулярные выражения.

TEXT CLASSIFICATION OF NEWS ARTICLES BASED ON KEYWORD SETS

© Ivashnev K. R., Korzun D. G.

Petrozavodsk State University

Petrozavodsk

The method of classification of Internet news resources by topics is considered, in which the relevance of a resource to a topic is determined on the basis of a dictionary containing a set of keywords and stop words. Examples of dictionary assignment and their transformation into regular expressions are given. The algorithm of classification based on the use of regular expressions and counting the frequency of occurrence of words is presented.

Key words: text classification, text categorization, regular expressions.

Новостные дайджесты позволяют экономить время пользователей, предоставляя им концентрированную информацию о самых важных событиях и развитиях в различных областях. Вместо того, чтобы искать и просматривать множество новостных источников, пользователи могут получать сводку новостей в одном месте. Для формирования дайджестов необходимо выполнить классификацию или категоризацию новостных статей, и сгруппировать материалы по определенным тематикам. Типичный пример системы автоматизированного мониторинга новостных источников включает в себя инструменты для сбора информации в сети Интернет («web crawler»), которые могут дополняться методами машинного обучения; средства представления текстовых данных (Bag of Words, TF-IDF и прочие); алгоритмы классификации и категоризации (метод k-ближайших соседей, SVM, нейросетевые алгоритмы, «наивный Байес») [5].

В докладе рассматривается метод классификации новостных статей на основе признаков, заданных в виде наборов ключевых слов и словосочетаний. В настоящее время задача классификации текстовых данных имеет широкую область применения и решается в основном при помощи методов машинного обучения [4]. Предлагаемый в данном докладе способ классификации является относи-

тельно простым в реализации, при этом позволяя осуществлять многоклассовую классификацию с ранжированием результатов.

В рассматриваемом методе необходимо определение условий для классификации в виде соответствия наборов ключевых слов и названий тематик. Ключевые слова задаются в виде списков или логически связанных структур, их обработка осуществляется при помощи регулярных выражений. Данный инструмент позволяет находить соответствия синтаксическому шаблону и осуществлять подсчет частоты встречаемости подобных соответствий в тексте. Регулярные выражения упрощают использование логических операций и группировку условий, что позволяет ограничиться небольшим набором шаблонов, необходимых для решения задачи поиска. Помимо решения задачи поиска совпадений, регулярные выражения применяются для предварительной обработки текста и удаления лишних символов. В настоящее время разработаны методы, позволяющие строить данные конструкции автоматически [1].

Рассмотрим несколько примеров составления регулярного выражения по заданным ключевым словам тематики «Militarization» (таблица 1). В примере № 1 условия для классификации заданы в виде простого списка словосочетаний. В этом случае регулярное выражение представляет собой перечисление слов в нижнем регистре, разделенных логической операцией «ИЛИ» («|»). Границы слов определяются оператором «\b», что позволяет находить совпадения только по указанной форме словосочетания.

Таблица 1

Примеры регулярных выражений для наборов ключевых слов по темам

№	Набор ключевых слов для классификации	Регулярное выражение
1	Military (or) militarization (or) militant (or) militaristic (or) war (or) warlike (or) warmongering (or) soldierly	<code>r"(\bmilitary\b\bmilitarization\b\bmilitant\b\bmilitaristic\b\bwar\b\bwarlike\b\bwarmongering\b\b soldierly)</code>
2	(Military (or) militarization (or) militant (or) militaristic (or) war (or) warlike (or) warmongering (or) soldierly) AND (non civilian (or) combatant (or) weapon (or) armament (or) escalation (or) tension (or) strategy (or) security (or) preparedness (or) presence (or) expansion (or) build up (or) operation(s) (or) exercise(s) (or) training (or) drill(s))	<code>r"(\bmilitary\b\bmilitarization\b\bmilitant\b\bmilitaristic\b\bwar\b\bwarlike\b\bwarmongering\b\b soldierly).*?(\bnoncivilian\b\bcombatant\b\bweapon\b\barmament\b\b escalation\b\b tension\b\bstrategy\b\bsecurity\b\bpreparedness\b\bpresence\b\bexpansion\b\bbuild up\b\boperation.*?\b\bexercise.*?\b\bdrill.*?\b)"</code>
	Air force, Space force, Airborne force, Air defence force	<code>r"\bair force\b", r"\b space force\b", r"\bairborne force\b", r"\bair defense force\b"</code>

Пример № 2 представляет собой расширенный вариант условия, указанного в первом случае. Правило включает в себя два набора ключевых словосочетаний, при этом хотя бы один элемент из каждого набора должен быть найден в тексте для отнесения его к данной тематике. В составленном регулярном выражении присутствуют два набора терминов, соответствие текста выражению в этом случае возникает в том случае, если находится совпадение хотя бы одному шаблону из каждого набора. Поскольку между словосочетаниями из наборов может быть расположено произвольное количество слов (в том числе нулевое), в выражении используется шаблон «.» (отражает любой символ, кроме переноса строки) и квантификатор «*», находящий 0 и более вхождений шаблона.

В случае, если ключевые слова заданы в виде простого списка (пример № 3 таблицы 1), для каждого из его элементов формируется отдельное регулярное выражение.

Помимо ключевых слов, которые должны встречаться в тексте для отнесения его к той или иной тематике, заранее задаются слова, которые не должны присутствовать в рассматриваемых текстах («стоп-слова»). Они также включаются в словарь тематик в виде регулярных выражений.

Сортировка релевантных результатов классификации происходит на основе вычисления метрики «счета» (Score) для каждой темы и документа. В простейшем варианте реализации метрика вычисляется на основе суммы частот встречаемости ключевых словосочетаний n_t в документе d (параметр $n_{t,d}$ вычисляется с использованием регулярных выражений):

$$Score_{c,d} = \sum n_{t,d}$$

где $c \in C$ – метка класса, соответствующая тематике; $t \in T$ – словосочетание, соответствующее теме, $d \in D$ – новостной документ из множества классифицируемых материалов.

Метрика Score может использоваться для уточнения результатов классификации за счет введения пороговых значений. Если известно, что в заданной тематике частота встречаемости определенных слов велика, порядок данной тематике в выдаче результатов классификатора может быть понижен за счет введения пороговых значений $thresh_c$, $c \in C$ метрики Score. Данный параметр также вводится в виде словаря, с записями для каждой из тем $c \in C$.

При необходимости набор ключевых слов $t \in T$ может расширяться за счет поиска новых текстовых признаков. Подобная задача может быть решена при помощи деревьев решений [2]. При анализе структуры дерева выявляются узлы, дающие корректное разбиение (с наименьшей величиной энтропии) по заданным тематикам. Условием узла дерева является пороговое значение параметра векторного представления текста, поданного на вход решающего алгоритма. Например, если используется векторное представление TF-IDF, то по интерпретации структуры дерева можно выявить дополнительные ключевые слова, с высоким значением частоты встречаемости в релевантных документах по тематике. Подобное обратное преобразование может быть выполнено, например, с использованием сингулярного разложения для снижения размерности (SVD) [3].

Алгоритм классификации по составленному словарю выполняется в соответствии со следующей пошаговой схемой.

1. Задаются параметры $thresh_c$.
2. Задается набор словосочетаний $t \in T$ по каждой теме $c \in C$.
3. Задается набор «стоп-слов» $t_{stop} \in T_{stop}$ по каждой теме $c \in C$.
4. На вход алгоритма подается текст документа d в исходном виде.
5. Выполняется предварительная обработка текста:
 - перевод слов в нижний регистр;
 - поиск и удаление спецсимволов;
 - поиск и удаление тегов и XML-подобной разметки.
6. Выполняется цикл по словарю тематик:
 - выполняется поиск в тексте по регулярным выражениям «стоп-слов». Если хотя бы одно такое слово найдено в тексте, выполняется пропуск итерации цикла;
 - по очередному регулярному выражению вычисляется частота встречаемости в тексте документа $n_{t,d}$ и добавляется к $Score_{theme,d}$;
 - значение $Score_{theme,d}$ записывается в словарь результатов классификации. Данная величина определяет ранг метки класса.
7. Выполняется сортировка словаря результатов классификации.
8. Выполняется цикл по словарю результатов классификации:
 - если $Score_{c,d} > 0$ и $Score_{c,d} > thresh_c$, запись выводится в качестве кандидата метки класса.

Рассмотренный метод классификации применим при условии, что словарь темы описывает принадлежность ресурса к заданной теме. Составление такого словаря требует привлечения экспертов. Возможности метода могут быть далее расширены за счет методов машинного обучения, что также требует привлечения экспертов для разработки обучающих наборов данных.

Поддержка исследований. НИР по разработке и реализации методов классификации новостных источников выполнена в рамках совместного исследования ПетрГУ и ООО «Интернет-бизнес-системы» в области анализа и классификации отраслевых текстов.

Библиографический список

1. Bui D. D. A., Zeng-Treitler Q. Learning regular expressions for clinical text classification // Journal of the American Medical Informatics Association. 2014. Т. 21. № 5. С. 850–857.

2. Cheung Z. Feature extraction for learning to classify questions // AI 2004: Advances in Artificial Intelligence: 17th Australian Joint Conference on Artificial Intelligence, Cairns, Australia, December 4–6, 2004. Proceedings 17. Springer Berlin Heidelberg, 2005. С. 1069–1075.
3. Harikrishnan N. B., Vinayakumar R., Soman K. P. A machine learning approach towards phishing email detection // Proceedings of the Anti-Phishing Pilot at ACM International Workshop on Security and Privacy Analytics (IWSPA AP). 2018. Т. 2013. С. 455–468.
4. Kowsari K. Text classification algorithms: A survey // Information. 2019. Т. 10. № 4. С. 150.
5. Zhang Y. et al. Automatic online news monitoring and classification for syndromic surveillance // Decision Support Systems. 2009. Т. 47. № 4. С. 508–517.

ПОДСИСТЕМА AUOREPORT ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ДАННЫХ О СЕМЕСТРОВОЙ ОТЧЕТНОСТИ СТУДЕНТОВ ИНСТИТУТА МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

© Ключов Н. К., Богоявленский Ю. А.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

klyushov@cs.petrso.ru

Autoreport это подсистема веб сервера Института математики и информационных технологий (ИМИТ), практически исключающая ручную работу по подготовке данных о семестровой отчетности студентов. Подсистема автоматически собирает из файлов учебных планов в формате Excel 97–2003 (.xls) данные об отчетности по учебным группам очного и заочного обучения бакалавриата и магистратуры пяти направлений обучения, формируя файл в формате Word 97–2003 (.doc).

Ключевые слова: учебный план, семестровая отчетность, веб сервер, каркас Flask.

AUOREPORT SUBSYSTEM FOR GENERATING DATA ON SEMESTER REPORTING OF STUDENTS OF THE INSTITUTE OF MATHEMATICS AND INFORMATION TECHNOLOGY

© Klyushov N. K., Bogoiavlenskii Yu. A.

Petrozavodsk State University

Petrozavodsk

Autoreport is a subsystem of the web server of the Institute of Mathematics and Information Technology (IMSIT), which practically excludes manual work on the preparation of data on semester reporting of students. The subsystem automatically collects curriculum files in Excel 97–2003 format (.xls) reporting data on the study groups of full-time and part-time undergraduate and graduate studies in five areas of study, forming a file in Word 97–2003 (.doc) format.

Key words: curriculum, semester reporting, web server, Flask framework.

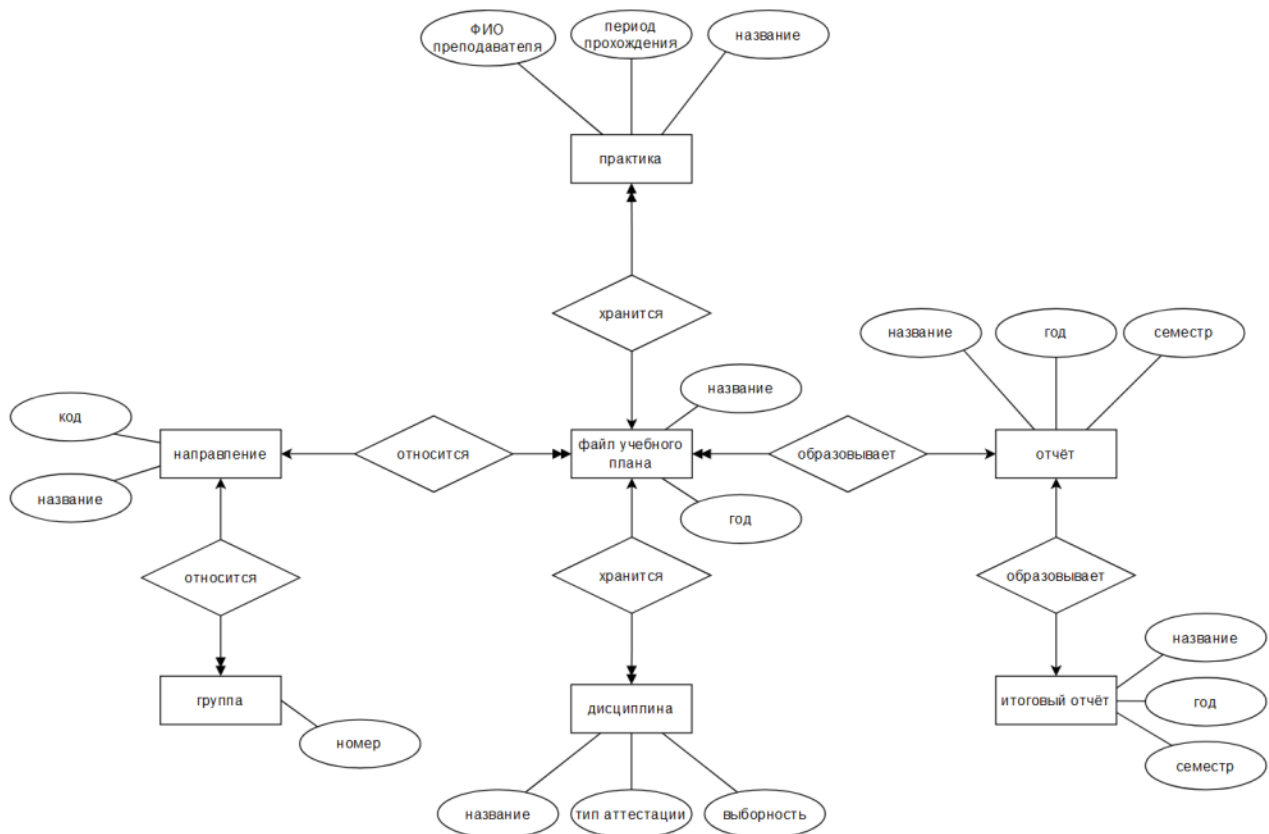
Введение

На стр. [1] веб-сервера ИМИТ студентам предоставляются данные об их семестровой отчетности (названия дисциплин, экзамен, зачет, отчет, более 30 групп, порядка 12 дисциплин в каждом семестре), которые в настоящее время формируются вручную специалистом дирекции ИМИТ из файлов учебных планов, что является трудозатратным и может приводить к ошибкам. Актуальной является задачи автоматизации формирования этих данных.

Для решения этой задачи на кафедре ИМО была сформулирована групповая курсовая работа. На втором курсе студенты изучали инструменты, а на третьем курсе, в рамках дисциплины «Технология производства программного обеспечения II», был запущен программный проект [2]. В мае 2023 г. команда в составе: менеджера Н. К. Ключова и разработчиков Е. А. Кузнецовой, Д. А. Куусела и О. В. Лисицкого завершили разработку прототипа подсистемы Autoreport [3] для решения поставленной задачи. Ряд недочетов не позволил внедрить систему, и ее доработку и внедрение в настоящее время выполняет Н. К. Ключов.

Требования к системе

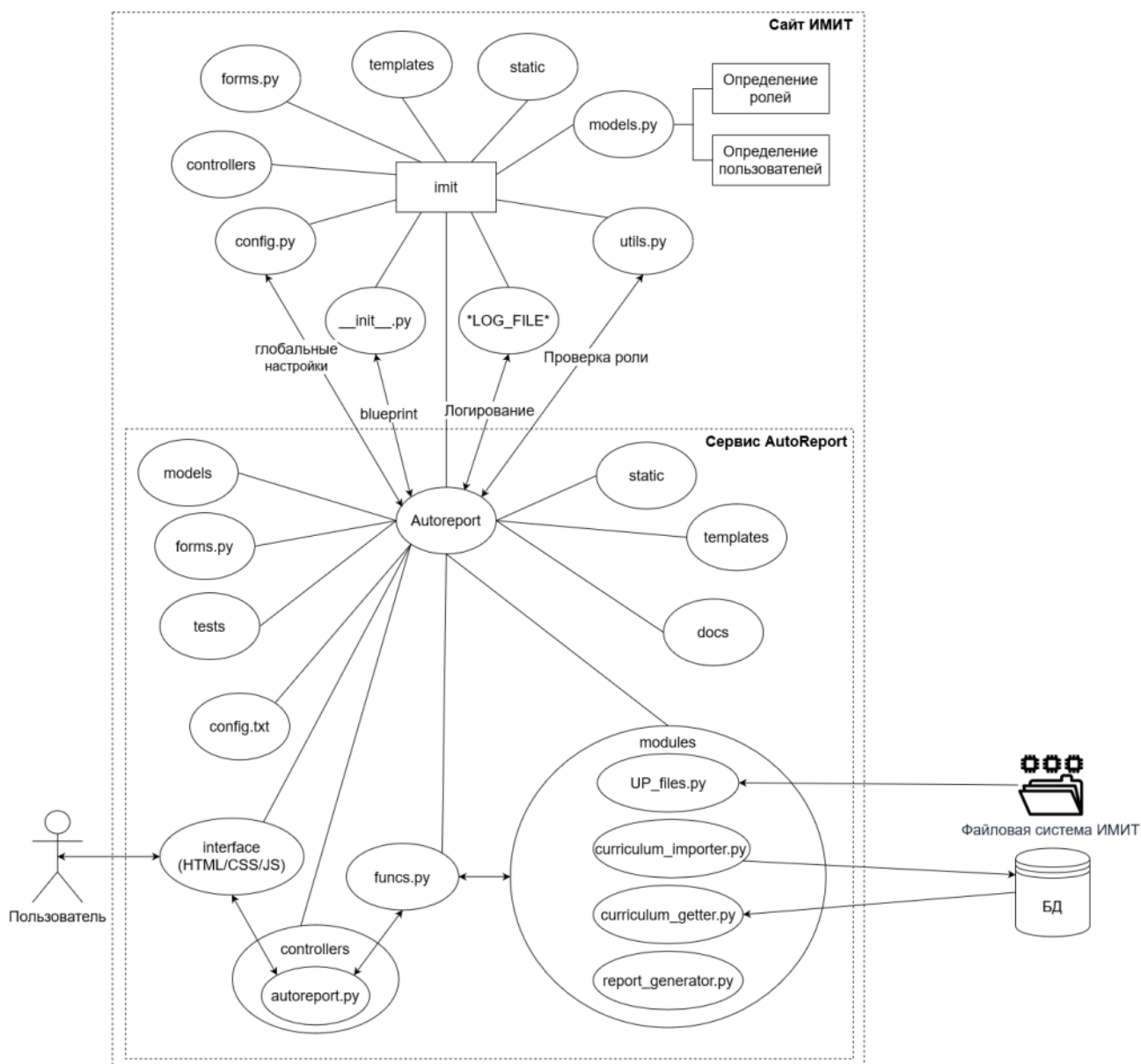
Требования характеризуется следующей ER-диаграммой предметной области:



Полностью спецификация требований представлена в [3] и включают в себя функциональные и нефункциональные требования, модель предметной области, модели пользователей системы, функциональную модель, требования к подсистемам и критерии аттестации системы.

Архитектура

Архитектура высокого уровня подсистемы Autoreport представлена на следующем рисунке:



Подсистема Autoreport содержит следующие модули:

1. Interface – условный модуль, представляющий собой пользовательский интерфейс. Он обеспечивает графическое отображение интерфейса и обрабатывает действия пользователя на его стороне, в дальнейшем взаимодействуя с контроллерами в autoreport.py. Содержит файлы HTML, CSS и JavaScript.
2. Autoreport.py содержит контроллеры, обрабатывающие действия пользователя на стороне сервера. Он взаимодействует с пользовательским интерфейсом (interface), принимая запросы, обрабатывая их и передавая соответствующие инструкции модулю funcs.py.
3. Funcs.py – главный модуль взаимодействия, связывающий все функциональные модули системы с контроллерами (обработчиками действий пользователя на стороне сервера). Он определяет логику работы системы, обеспечивая корректное выполнение запросов пользователей.
4. Curriculum_importer.py отвечает за получение учебной информации из указанного файла в формате .xls с использованием библиотеки xlrd. Полученные данные добавляются в базу данных MariaDB для последующего использования в процессе генерации отчетов.
5. Curriculum_getter.py – получает необходимую учебную информацию, необходимую для создания конкретного отчета. Он взаимодействует с базой данных, извлекая требуемую информацию для передачи в модуль report_generator.py.
6. Report_generator.py – модуль, ответственный за создание .doc отчета с использованием библиотеки python-docx. Он получает учебную информацию и формирует соответствующий отчет, который затем может быть предоставлен пользователю.

7. UP_files.py – обеспечивает работу с файлами учебных данных. В его обязанности входит получение списка файлов согласно установленным соглашениям, их скачивание, предварительная обработка для извлечения необходимой информации, а также удаление файлов учебных данных после получения требуемой информации для оптимизации хранилища системы.

На текущий момент вся функциональность подсистемы «Autoreport», кроме требующей интеграции с веб сервером ИМИТ, успешно реализована, протестирована локально и проходит окончательное согласование формата выходных документов с директором ИМИТ Н. Ю. Световой. В ближайших планах – проведение тестирования системы в выделенной «песочнице» веб-сервера ИМИТ. После завершения тестирования планируется интеграция подсистемы Autoreport с веб-сервером ИМИТ, что сделает систему доступной для сотрудников дирекции ИМИТ.

Метрики проекта

1. Метрики кода:

Модуль	LOC
interface (HTML/CSS/JS)	696
autoreport.py	136
funcs.py	256
curriculum_importer.py	106
curriculum_getter.py	130
report_generator.py	154
UP_files.py	66
Итого:	1544

2. Метрики документации:

В процессе работы над проектом были разработаны следующие документы:

Основные документы

- План проекта
- Спецификация требований
- Документ проектирования
- План тестирования
- Руководство пользователя

Рабочие документы

- Протоколы собраний команды
- Протокол внутреннего инспектирования
- Протокол внешнего инспектирования
- Протоколы встреч с заказчиком
- Отчеты о состоянии проекта
- Распределение задач
- Индивидуальные отчеты разработчиков
- Мониторинг производительности
- Документ о выполнении тестирования
- Список ошибок
- Метрики проекта

Общий объем текстовой части основной документации 233.49 КБ. Графическая часть содержит 30 рисунков общим объемом 1510.68 КБ.

В процессе работы были использованы инструмент разработки и прототипирования интерфейсов Figma, языки разметки и программирования HTML, CSS, JavaScript и Python, каркас Flask, шаблонизатор Jinja2, реляционная СУБД MariaDB, а также библиотеки Python – xlrd для чтения и форматирования файлов в формате Excel 97–2003 (.xls) и python-docx для создания файла в формате Word 97–2003 (.doc).

Библиографический список

1. Петрозаводский государственный университет. Институт математики и информационных технологий. Формы отчетности студентов. [Электронный ресурс]. URL: <https://imit.petrstu.ru/page/exam> (04.11.2023).
2. Кафедра информатики и математического обеспечения. Система «Отчетность студента» [Электронный ресурс]. URL: <https://cs.petrstu.ru/studies/se/?q=2022/02> (04.11.2023).
3. AutoReport2. Документы проекта [Электронный ресурс]. URL: <https://se.cs.petrstu.ru/wiki/AutoReport2> (04.11.2023).

О ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЯХ ПРИЛОЖЕНИЯ «ГРАФИЧЕСКИЙ КАЛЬКУЛЯТОР ЛИНИЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА» ДЛЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ВЕДОМСТВЕННОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

© Козырева А. В., Сухорукова А. А., Сенаторов А. В.
Академия ФСО России
Орёл
akozyreva22@ya.ru

Тезисы доклада посвящены обоснованию значимости использования компонентов цифровой образовательной среды для математической подготовки обучающихся ведомственной образовательной организации. Описана структура приложения «Графический калькулятор линий второго порядка», перечислены его функции, аргументировано его применение в учебном процессе ведомственной образовательной организации. Рассмотрена прикладная направленность теоретического материала по теме «Линии второго порядка».

Ключевые слова: математическая подготовка обучающихся, цифровая образовательная среда, цифровые технологии, математика, ведомственная образовательная организация, графический калькулятор, программное обеспечение.

ABOUT THE FUNCTIONAL CAPABILITIES OF THE APPLICATION «GRAPHIC CALCULATOR OF SECOND ORDER LINES» FOR MATHEMATICAL TRAINING OF STUDENTS OF A DEPARTMENTAL EDUCATIONAL ORGANIZATION

© Kozyreva A. V., Sukhorukova A. A., Senatorov A. V.
Security Guard Service Federal Academy
Orel

The theses of the report are devoted to substantiating the importance of using components of the digital educational environment for the mathematical training of students of a departmental educational organization. The structure of the application «Graphical calculator of second-order lines» is described, its functions are listed, and its use in the educational process of a departmental educational organization is argued. The applied orientation of the theoretical material on the topic «Second Order Lines» is considered.

Key words: mathematical training of students, digital educational environment, digital technologies, mathematics, departmental educational organization, graphical calculator, software.

В настоящее время ведомственные образовательные организации переходят на новые федеральные государственные образовательные стандарты, в которых особое внимание уделяется междисциплинарным связям. В частности, в рамках математической подготовки обучающихся, следует формировать навыки решения различных интеграционных, профессионально-ориентированных и прикладных задач. Для этого следует использовать быстро развивающиеся цифровые технологии, многообразные пакеты и сервисы глобальной сети Интернет.

В рамках изучения учебной дисциплины «Высшая математика» рассматривается материал по аналитической геометрии на плоскости и в пространстве. Геометрические методы используются, например: в технике – для проектирования антенно-фидерных устройств, автомобилей, самолетов, мостов, в вопросах мобильной навигации; в географии – для описания поверхности земли с помощью

физических карт; в биологии и молекулярной биологии – для описания структуры сложных соединений молекул; в медицинской томографии – для исследования коленных и локтевых суставов; в ортодонтии – для цефалометрического анализа пациента; в искусстве – для создания художественных образов; в криптографии – для распознавания образов.

С целью формирования навыков решения интеграционных, профессионально-ориентированных и прикладных задач разработано приложение «Графический калькулятор линий второго порядка» (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023616950 от 04 апреля 2023 года). Оно является одним из важнейших многофункциональных компонентов цифровой образовательной среды с авторским программным кодом и удобным пользовательским интерфейсом и предназначено для математической подготовки обучающихся в условиях реализации инновационных подходов к обучению будущих специалистов.

Приложение «Графический калькулятор линий второго порядка» имеет следующие функциональные возможности:

- 1) Построение прямой на плоскости по:
 - уравнению прямой, проходящей через две заданные точки;
 - уравнению прямой в отрезках на осях;
 - общему уравнению прямой;
 - уравнению прямой, перпендикулярной вектору и проходящей через заданную точку;
 - уравнению прямой с угловым коэффициентом (рис. 1).

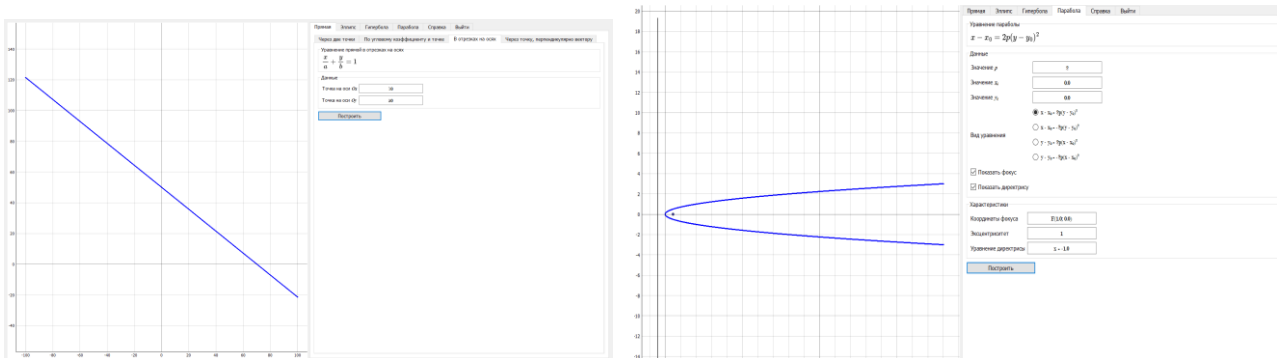


Рис. 1. Построение прямой и параболы в приложении «Графический калькулятор линий второго порядка»

- 2) Построение эллипса по известному центру симметрии, длинам большой и малой полуосей, нахождение координат фокусов, эксцентриситета эллипса, составление уравнений директрис (рис. 2).

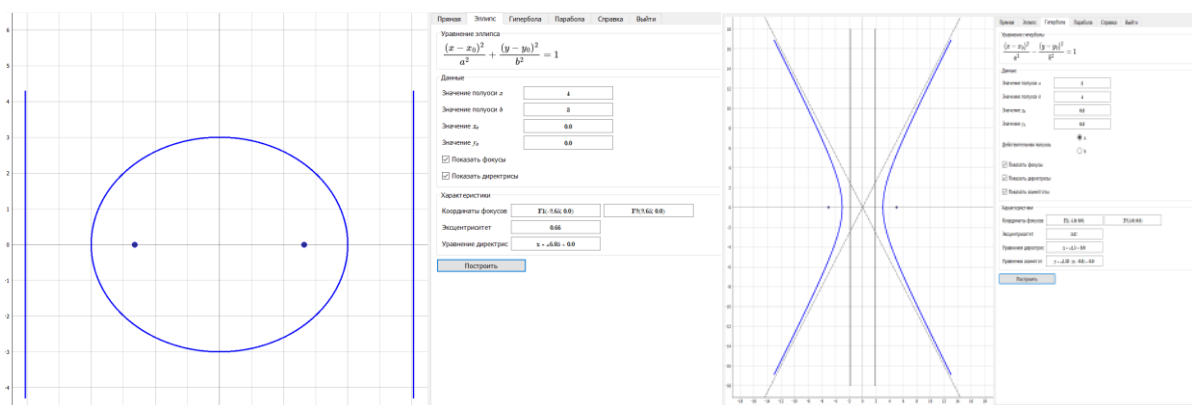


Рис. 2. Построение эллипса и гиперболы в приложении «Графический калькулятор линий второго порядка»

- 3) Построение гиперболы по известному центру симметрии, длинам действительной и малой полуосей, нахождение координат фокусов, эксцентриситета гиперболы, составление уравнений директрис и асимптот (рис. 2).

- 4) Построение параболы по известной вершине и параметру, нахождение фокуса параболы, составление уравнения директрисы (рис. 1).

5) Знакомство обучающихся с теоретическим материалом по теме «Прямая. Линии второго порядка» (рис. 3).

Программный продукт имеет удобный и доступный для пользователя авторский интерфейс [1]. Главное окно программы содержит визуальные элементы для построения линий второго порядка и прямой на плоскости: «Прямая», «Эллипс», «Гипербола», «Парабола», «Просмотр справочной информации», «Завершение работы программы» (рис. 3).

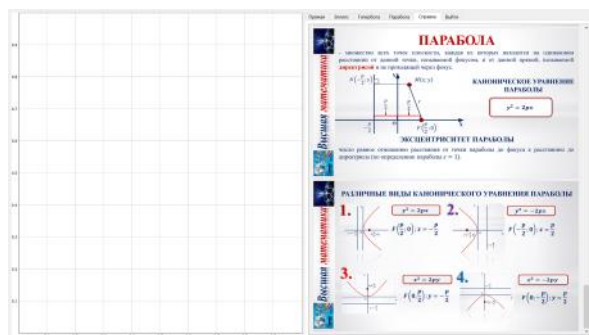


Рис. 3. Справочный материал в приложении «Графический калькулятор линий второго порядка»

Применение программы «Графический калькулятор линий второго порядка» в учебном процессе ведомственной образовательной организации способствует формированию навыков работы обучающихся в цифровой образовательной среде.

В учебном процессе она выполняет следующие функции:

- информационную (поиск, обобщение, анализ, систематизация учебного материала);
- мотивационную (побуждающую к повышенному интересу в изучении учебной дисциплины «Высшая математика»);
- развивающую (совершенствующую профессионально-значимые качества личности обучающихся: научное мировоззрение, познавательную активность, ответственность, исполнительность, настойчивость в достижении поставленных целей);
- концептуальную (формирующую целостность, научность, значимость теоретического и практического материала).

Назначение программы «Графический калькулятор линий второго порядка» заключается в:

- развитии интеллектуальных способностей обучающихся;
- активизации учебной и научно-исследовательской деятельности субъектов образовательного процесса;
- знакомстве с прикладными программными продуктами;
- формировании готовности обучаться в цифровой образовательной среде.

Проектирование приложения «Графический калькулятор линий второго порядка» состоит из следующих этапов: 1. Постановка задачи. 2. Изучение теоретического материала. 3. Разработка алгоритма решения задачи. 4. Программная реализация алгоритма. 5. Оформление справочного материала и руководства пользователя [2].

Приложение «Графический калькулятор линий на плоскости» может быть использовано обучающимися с различными уровнями математической подготовки для организации учебной и научно-исследовательской деятельности (подготовка к учебным занятиям, выполнение домашних контрольных заданий, расчетно-графических работ, курсовых проектов и дипломных работ). Преподаватели могут применять вышеописанное приложение на лекционных и практических занятиях для проверки знаний, умений и навыков обучающихся, контроля правильности решения задач на учебном занятии. Внедрение подобных приложений в учебный процесс ведомственной образовательной организации отвечает современным требованиям к обучению математике в едином цифровом пространстве.

Библиографический список

1. Козырева А. В. О применении электронной информационно-справочной системы по алгебре и геометрии в учебном процессе технического вуза / А. В. Козырева, И. А. Терновая, П. В. Бочков // Известия Юго-Западного государственного университета, серия «Лингвистика и педагогика». Курск: Юго-Западный государственный университет. 2018. Т. 8. № 3 (28). С. 124–129.

2. Козырева А. В. Компьютерные средства обучения высшей математике: учебно-методическое пособие / А. В. Козырева, П. В. Бочков, И. А. Терновая. ООО «Горизонт». Орёл, 2020. 146 с.

СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА МОБИЛЬНОГО РОБОТА ДЛЯ ОРИЕНТАЦИИ, ПОСТРОЕНИЯ КАРТЫ МЕСТНОСТИ И РАСПОЗНАВАНИЯ ПРЕПЯТСТВИЙ

© Костин Д. А., Мельников Д. С., Устинов Д. А., Яскеляйнен С. Д., Ермаков В. А., Корзун Д. Ж.

Петрозаводский государственный университет
Петрозаводск

dkostin@cs.petrus.ru, dmelniko@cs.petrus.ru, ustinov@cs.petrus.ru, yaskelya@cs.petrus.ru, ermvad@cs.karelia.ru, dkorzun@cs.karelia.ru

Движение мобильного робота требует наличия сенсорной системы для распознавания текущего состояния и окружения робота в режиме реального времени. В докладе исследуется вариант небольшого 6-колесного робота. Сенсорная система робота основана на следующих данных. (А) данные с инерциального датчика (IMU 10dof с акселерометром, магнитометром, гироскопом) обрабатываются для оценки ориентации робота в пространстве (углы Эйлера). (Б) данные с двухмерного радарного датчика (Hokuyo URG-04-LX-UG01) обрабатываются для оценки местоположения и составления карты препятствий параллельно плоскости земли. (В) видеоданные со стереокамеры (ZED 2) обрабатываются для распознавания препятствий (в дополнение к 2D лидару).

Ключевые слова: автономное движение, картирование местности, карта глубин.

MOBILE ROBOT SENSOR SYSTEM FOR GROUND ORIENTATION, TERRAIN MAPPING, AND OBSTACLES RECOGNITION

© Kostin D., Melnikov D., Ustinov D., Yaskelyanen S., Ermakov V., Korzun D.

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

Movement of a mobile robot needs a sensor system to recognize the current state and surroundings of the robot in real-time. In this report, we consider the case of a small 6-wheeled robot. Its sensor system employs the following sensors: a) data from the inertial sensor (IMU 10dof with accelerometer, magnetometer, gyroscope) are processed to estimate orientation of the robot in space (Euler angles); b) data from the 2D radar sensor (Hokuyo URG-04-LX-UG01) are processed to estimate localization and to make obstacle mapping in parallel to the ground plane; c) video data from the stereo camera (ZED 2) are processed to recognize obstacles (in addition to the 2D lidar).

Key words: autonomous movement, terrain mapping, depth map.

Мобильный робот для автономного движения требует использования сенсорной системы, которая позволит получать информацию в реальном времени об окружающей среде [1]. Сенсорная система собирает данные с физических датчиков, установленных на роботе, и формирует набор параметров, характеризующих текущее состояние робота: его положение в пространстве; окружающую обстановку; набор возможных препятствий на пути или вокруг робота с их характеристиками. В работе описывается сенсорная система такого автономного робота, решающая следующие задачи:

1. Определение ориентации робота.
2. Локализация и картирование местности в 2D.
3. Обнаружение препятствий.

Определение ориентации робота. Для определения ориентации робота в пространстве (углы Эйлера) предлагается следующий алгоритм: Фильтр Калмана, а именно его расширенный вариант, так как используется нелинейная модель измерений [2]. На вход фильтра поступают данные со следующих датчиков: акселерометр, возвращающий ускорение, измеряемое в единицах g; гироскоп, возвращающий угловую скорость, измеряемую в градусах в единицу времени; магнитометр – значения магнитного поля, измеряемое в гауссах (мкТл).

Гироскоп имеет недостаток – это дрейф, за счет которого абсолютная величина угла, получаемая с помощью интегрирования, будет бесконтрольно расти. Дополнительно, с помощью гироскопа не-

возможно определить фактическую ориентацию из-за отсутствия «опорных точек». Эти опорные точки можно получить из акселерометра и магнитометра, а именно вектор силы тяжести и вектор, направленный на магнитный север.

Для описания текущего положения (состояния) робота используются кватернионы, которые, в отличие от углов Эйлера, являются менее затратными для вычисления. Поворот робота на какой-либо угол осуществляется с помощью матрицы поворотов (осуществляет вычисление новой ориентации в пространстве при повороте на определенный угол). Вектор состояния состоит из кватерниона и значений смещения гироскопа по трем осям X, Y и Z.

Работу предложенного алгоритма по определению вектора ориентации робота можно разделить на два этапа.

- (1) Предсказание – на этапе предсказания фильтра Калмана вычисляется кватернион, над которым производится операция поворота на значения угловых скоростей гироскопа.
- (2) Обновление – на этапе обновления фильтра Калмана корректируются значения кватерниона с помощью акселерометра и магнитометра.

На рис. 1 представлены графики углов ориентации в виде крена, тангажа и рысканья (слева углы, найденные без помощи фильтра, справа при помощи фильтра). Стоит отметить, что магнитометр очень чувствительный датчик [3], и, в связи с этим, есть большие погрешности при определении рысканья (ввиду влияния магнитного поля от разных материалов и устройств).

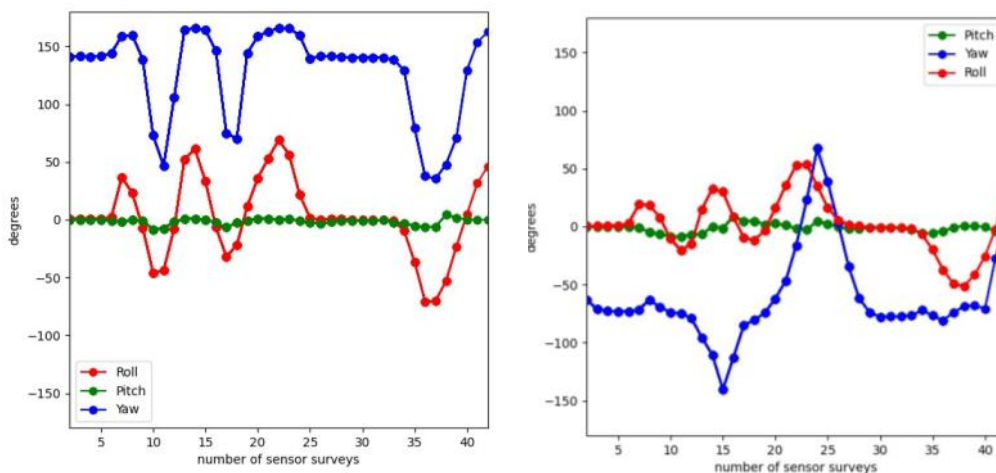


Рис. 1. Графики изменения углов ориентации мобильного робота во времени (имитация движения)

Локализация и картирование местности в 2D. Для построения карты местности используется лидар, в данном случае hokuyo urg-04lx-ug01, который сканирует в одномерном пространстве и имеет сектор обзора в 240 градусов. Лидар получает данные в виде дистанции до препятствия с определенным угловым шагом, под которым оно было зафиксировано. Полученные данные преобразуются в координаты (X, Y) относительно положения лидара для последующего построения карты местности [4].

На карту различными цветами выводятся разные физические препятствия [1]. Для сохранения препятствий за время работы системы, была реализована структура данных, которая содержит: препятствия, представленные в виде набора рядом стоящих точек; цвет препятствия на карте и его ширина. Ширина рассчитывается, как сумма расстояний между всеми точками. Для того чтобы определить входит ли точка при новом считывании в старое препятствие, необходимо переопределить расстояние между точками. Таким образом, каждая точка из старого препятствия сравнивается с каждой точкой из нового считывания, и, если расстояние между точками меньше заданной длины, то данная точка из очередного считывания добавляется в существующее препятствие. Аналогично, сравниваются два уже построенных и рядом стоящих препятствия.

В связи с особенностью работы магнитометра (ввиду его высокой чувствительности) на текущий момент затруднено корректно рассчитать рысканье (угол, на который поворачивает робот). Были созданы искусственные условия для робота: сделано 4 считывания (сканов) лидаром в разных позициях, все перемещения и углы поворота робота записывались и подставлялись в нужные переменные. На основе данных перемещения, угла поворота и скана лидара была построена карта местности, которая показана на рисунке 2.



Рис. 2. Карта местности на основе четырех считываний лидара под разными углами

Обнаружение препятствий. Карта глубины формируется как изображение, где цвет каждого пикселя показывает расстояние от соответствующей точки пространства изображения до камеры [5]. Построение карты глубины по стереопаре изображений основывается на том, что для каждой точки первого изображения выполняется поиск парной ей точки второго изображения. Имея пару соответствующих точек, мы можем определить координаты их прообраза в трехмерном пространстве. Имея трехмерные координаты прообраза, мы можем вычислить глубину как расстояние до плоскости камеры.

Получение карты глубины с помощью корреляционного анализа пары стереоизображений подразумевает нахождение для каждой области одного изображения коррелирующей области на другом снимке. Фундаментальная задача стереозрения заключается в установлении соответствия между левым и правым изображением стереопары, т. е. расстояния (диспаратета), между пикселями одного и того же объекта на левом и правом изображении.

Существующие методы по вычислению карты диспаратета основаны на принципе «скользящего окна». Этим окном сканируется второе изображение для поиска такой же области, какая выбрана окном на первом снимке путем вычисления максимума некоей функции отклика.

Важное значение для качества полученных карт глубины имеет размер окна сканирования. В малое окно попадет небольшая часть изображения, мелкие детали. И каждая такая деталь при корреляционном анализе имеет больший статистический вес, чем в случае большого окна, в котором помещается много объектов, так что статистический вес каждой конкретной детали на фоне множества других невелик. Таким образом, окно малого размера должно дать высокую детализацию при значительно более медленном сканировании, а окно большого размера должно дать меньшую детализацию, но изображение будет отсканировано быстрее.



**Рис. 3. Пример карты глубины со стереокамеры.
Слева исходное изображение, справа на его основе карта глубин**

В результате проведенного исследования, разработаны алгоритмы для сенсорной системы беспилотного наземного робота. Для вычисления ориентации робота в пространстве реализован расширенный алгоритм Калмана на основе акселерометра, магнитометра и гироскопа. Для построения карты местности реализован SLAM-алгоритм (simultaneous localization and mapping). Для построения карты глубины реализован алгоритм на основе метода триангуляции точек при помощи данных со стереокамеры.

Поддержка исследований. Исследование выполнено в рамках взаимодействия с проектом Российского научного фонда № 22-11-20040 (<https://rscf.ru/project/22-11-20040/>), проводимого совместно с Республикой Карелия и Фондом венчурных инвестиций Республики Карелия (ФВИ РК).

Библиографический список

1. О конструкции колесного шасси и сенсорной системы для автономного движения по труднопроходимой местности с преодолением и обходом препятствий при выполнении лесохозяйственных работ / О. Н. Галактионов, Г. Э. Рого, М. Томских [и др.] // Экстремальная робототехника. 2022. Т. 1. № 1. С. 35–45.
2. Pettersson M. // Extended Kalman Filter for Robust UAV Attitude Estimation. 2015.
3. Roetenberg D. Inertial and magnetic sensing of human motion. These de doctorat, 2006. С. 126.
4. Pedrosa E., Reis L., Silva C., Ferreira H. Autonomous Navigation with Simultaneous Localization and Mapping in/outdoor. 2020.
5. Чугунов Р. А., Кульневич А. Д., Аксенов С. В. Методика построения карт глубины стереоизображения с помощью капсульной нейронной сети // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2019. Т. 22. № 1.

ПРИМЕНЕНИЕ VR-ТЕХНОЛОГИИ К ЗАДАЧАМ АССИСТИРОВАНИЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С НАРУШЕНИЯМИ ДВИГАТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИИ

© Коток В. А., Корзун Д. Ж.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

garsia.alex@yandex.ru, dkorzun@cs.karelia.ru

Исследуются области применения технологии виртуальной реальности в медицине для поиска существующих решений и применимости VR сфере в целом и отдельно в ранней диагностике, реабилитации и оценке параметров движения человека. Проведен обзор существующих решений, применяемых в разных сферах медицины, в том числе для ранней диагностики, реабилитации и оценки параметров движения человека. Предложено разработать программно-аппаратный комплекс на базе оборудования виртуальной реальности Valve Index, позволяющий в бытовых условиях выполнять физические упражнения, оценивать движение человека, предоставлять отчет о движении.

Ключевые слова: виртуальная реальность, реабилитация, нарушения двигательной функции, ассистирование, нарушения походки человека.

APPLICATION OF VR TECHNOLOGY TO THE TASKS OF ASSISTING IN PERFORMING PHYSICAL EXERCISES FOR PEOPLE WITH GAIT DISORDERS

© Kotok V. A., Korzun D. G.

Petrozavodsk State University

Petrozavodsk

The areas of application of virtual reality technology in medicine are explored to find existing solutions and the applicability of VR in the field as a whole and separately in early diagnosis, rehabilitation and assessment of human movement parameters. A review of existing solutions used in various fields of medicine, including for early diagnosis, rehabilitation and assessment of human movement parameters, was carried out. It is proposed to develop a software and hardware complex based on the Valve Index virtual reality equipment, which allows performing physical exercises, assessing human movement, and providing a report on movement in everyday conditions.

Key words: virtual reality, rehabilitation, motor dysfunction, assistance, human gait disorder.

Технология виртуальной реальности (VR) плотно вошла в жизнь человека и внедрилась в ее различные сферы от развлечений до медицины. Она показывает потенциал применения в медицине, как средства обучения, диагностики, реабилитации, лечения, подготовки к сложным операциям.

Далее следует обзор применения VR в медицине. Он позволит определить начальный вектор разработки программного обеспечения, направленного на ассистирование человеку (цифровой ассистент [1]).

В таблице 1 приведены способы применения VR в медицине с описанием и выводами относительно ценности этих способов для авторов.

Таблица 1

Решения VR, применяемые в медицине

Решение	Описание	Выводы
Surgical Theater (Хирургия)	Программное приложение для планирования операций на основе результатов компьютерной и магнитно-резонансной томографии	Данное решение демонстрирует возможность и полезность применения дополнительной информации о здоровье человека, полученной в организациях здравоохранения, для интеграции с VR. Цифровой ассистент впоследствии может включать в себя дополнительную информацию о здоровье человека, полученную в процессе его использования, например, ЧСС, артериальное давление и др.
Онлайн-трансляции в режиме 360°	Существуют решения по онлайн-трансляции хирургических операций в формате 360°, к которым могут подключаться все желающие	Положительный опыт применения может быть использован для развития цифрового ассистента в сторону применения телемедицинских технологий
Методики диагностики с использованием VR (Ранняя диагностика)	Существуют решения, позволяющие провести раннюю диагностику болезней Альцгеймера и рассеянного склероза	Могут быть использованы в качестве аналогов при разработке цифрового ассистента человека с какими-либо нарушениями.
Методики реабилитации	VR-решения рассматриваются для реабилитации людей, перенесших инсульт, травмы, последствия болезней Паркинсона и рассеянного склероза. Результаты показывают высокую эффективность в увеличении объема движения, улучшении баланса и подвижности, снижения риска падений	Решения описывают положительный опыт применения VR-технологии в реабилитации и могут быть использованы в качестве основы для разработки цифрового ассистента человека с двигательными нарушениями и доказательной базы потенциальной эффективности переноса реабилитационных мероприятий в формат VR
Psious VR Therapy (Психология)	Программное решение предлагает к использованию инструменты для борьбы с фобиями, посттравматическими, депрессивными расстройствами, расстройствами пищевого поведения и др.	Положительный опыт применения может быть использован для расширения функциональных возможностей цифрового ассистента не только для человека с двигательными нарушениями, но и для людей с ментальными расстройствами
Rewire Education (Психология)	Российский проект, направленный на адаптацию и развитие детей и подростков, страдающих аутизмом	Положительный опыт применения может быть использован для расширения целевой аудитории цифрового ассистента в сторону детей и подростков, страдающих аутизмом, совокупно с увеличением их физической активности

Далее приведена развернутая информация о некоторых решениях, приведенных в таблице 1.

При подготовке пациента к операции проводятся такие исследования, как компьютерная и магнитно-резонансная томография. На их основе может быть построена и размещена в VR 3D-модель пациента с настроенными и близкими к реальности реакциями тела на какие-либо действия. В результате, хирург имеет возможность детальной проработки операции для учета возможных критических рисков. Примером такого решения является Surgical Theater, на основе которого было выполнено планирование и проведение операции по разделению сямских близнецов [2].

В ранней диагностике VR используется для определения характерных признаков наличия болезни Альцгеймера, рассеянного склероза (РС), болезни Паркинсона. Диагностика болезни Альцгеймера до момента диагностики нарушений памяти, построена на определении мозгом испытуемого положения тела в пространстве. Человеку предлагается, находясь в виртуальном пространстве, выполнить ряд задач, высвечиваемых на экране. Успешность их выполнения зависит от того, насколько испытуемый способен определить, где он находится относительно других объектов. Если человек демонстрирует нарушения, это говорит о зарождающемся патологическом процессе [3].

Диагностика РС может быть выполнена на этапе, когда двигательные нарушения еще не оказывают сильного влияния на жизнь человека. Один из методов предполагает использование VR совокупно с беговой дорожкой. В виртуальном пространстве демонстрируется окружение, по которому человек идет, скорость смены которого адаптируется под скорость движения человека. По истечению времени адаптации человека к окружению, виртуальное пространство меняется, создавая иллюзию падения. Скорость и точность реакции тела на падение позволяют обнаружить РС на ранних стадиях [3].

Исследования показывают, что в области реабилитации и лечения VR демонстрирует эффективность для постинсультных пациентов [4], людей с посттравматическим стрессовым расстройством (ПТСР) разной природы, депрессивных расстройств, фобий и др. [5].

Таким образом, VR демонстрирует определенные успехи применения в сфере здравоохранения и может быть рассмотрен, как инструмент ассистирования при выполнении физических упражнений для людей с нарушениями двигательной функции.

Природа возникновения двигательных нарушений связана с течением патологического процесса в организме человека, травмами и состояниями центральной нервной системы. Нарушение двигательной функции человека снижает его качество жизни. В свою очередь, реабилитация, обеспечивающая функциональное восстановление, может повысить качество жизни. Проблема заключается в том, что медицинские учреждения могут обеспечить проведение реабилитационных мероприятий ограниченному числу пациентов, находящихся в непосредственной близости к учреждению. Также, многие методы реабилитации двигательных расстройств затрагивают отдельную форму двигательных нарушений, которая локализована в отдельной части тела человека [6].

Потенциально полезным и важным для оценки эффективности реабилитационных мероприятий и оценки двигательной функции человека в принципе является численная оценка комплекса параметров движения. Под комплексом параметров движения подразумеваются параметры, относящиеся к движению головы, ключевых точек рук (плечо, предплечье, кисть), спины (таз) и ног (стопа, голеностоп, колено).

В научной литературе присутствует демонстрация решений для точной оценки движения верхних конечностей на этапе послеинсультного наблюдения. Она выполняется с помощью инерциальных измерительных приборов (IMU). При этом выполняется анализ «захвата движения (MoCap)», который является золотым стандартом для оценки изменений движений верхних конечностей, возникших у пациентов, перенесших церебральный ишемический инсульт [7]. Однако, большинство таких решений требует наличия большого количества дорогостоящего, специфически настраиваемого (для среднестатистического человека) оборудования.

В связи с выявленными трудностями предлагается разработать программно-аппаратный комплекс на базе оборудования виртуальной реальности Valve Index (цифровой ассистент). Использование данного оборудования обосновано его доступностью, легкостью в настройке и использовании, возможности применения дополнительных датчиков, позволяющих не только отслеживать движение дополнительных точек, но и передавать разного рода тактильные ощущения, а также возможности точного отслеживания местоположения пользователя в виртуальном пространстве. Последнее может быть использовано для оценки двигательной функции человека.

Предлагаемое решение должно обеспечить возможность выполнения следующего минимального набора функций:

- выполнять физические упражнения;
- оценивать движение человека;
- предоставлять отчет о движении.

Таким образом, результаты обзора применения VR в медицине будут использованы для определения векторов разработки и применения цифрового ассистента с использованием технологии виртуальной реальности. Начальным вектором выбрано ассистирование человеку с двигательными нарушениями. Предложена разработка цифрового ассистента уровня MVP, позволяющего выполнять физические упражнения, оценивать движение человека и предоставлять отчет по итогам анализа движения.

Поддержка исследований. Исследование проводится по проекту «Разработка цифрового ассистента человека с двигательными нарушениями на основе технологий искусственного интеллекта и виртуальной реальности», поддержанному Программой поддержки НИОКР студентов, аспирантов и лиц, имеющих ученую степень, обеспечивающих значительный вклад в инновационное развитие отраслей экономики и социальной сферы Республики Карелия, в 2023 году, финансируемой Правительством Республики Карелия (Договор №3-Г22 от 29.12.2022 между ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет» и Фондом венчурных инвестиций Республики Карелия).

Библиографический список

1. Корзун Д. Ж. О цифровом ассистенте для мониторинга жизнестойкости человека в условиях повседневной жизни / Д. Ж. Корзун // Большие данные и проблемы общества: Сборник статей по итогам Международной научной конференции, Киров, 19–20 мая 2022 года. Томск: Национальный исследовательский Томский государственный университет, 2022.
2. Лисовицкий А. Виртуальная реальность от Surgical Theater помогла спланировать сложнейшую операцию по разделению сиамских близнецов / А. Лисовицкий // Голографика. Электрон. текст. дан. 21.09.2021. URL: <https://holographica.space/news/surgical-theater-28373/>
3. Mediglobus.com [Электрон. ресурс]: Как виртуальную реальность применяют в медицине? // MesiGlobus. Электрон. текст. дан. 14.05.2020. URL: <https://mediglobus.com/ru/how-is-virtual-reality-used-in-medicine/>
4. Afsahi K., Soheilifar M., Hosseini S. H., Esmaeili O. S. [и др.] Effects of Virtual Reality on the Upper Extremity Spasticity and Motor Function in Patients with Stroke: A Single Blinded Randomized Controlled Trial // World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Biomedical and Biological Engineering / K. Afsahi, M. Soheilifar, S. H. Hosseini, O. S. Esmaeili [и др.]. 2022. Vol. 16. № 4. P. 35–38.
5. Slddigital.com [Электрон. ресурс]: AR и VR для медицины: применение на практике // Softline. Электрон. текст. дан. URL: <https://slddigital.com/article/ar-i-vr-dlya-mediciny-primenenie-na-praktike/>
6. Shabalina D. O., Zulkaidarova A. R., Khranchenko M. A., Subocheva S. A., Abroskina M. V., Prokopenko S. V. Experience of remote rehabilitation for patients with multiple sclerosis. Zhurnal Nevrologii i Psikiatrii imeni S. S. Korsakova. 2022. № 122 (11). P. 69–73. (In Russ.)
7. Merlau B., Cormier C., Alaux A., Morin M., Montané E., Amarantini D., Gasq D. Assessing Spatiotemporal and Quality Alterations in Paretic Upper Limb Movements after Stroke in Routine Care: Proposal and Validation of a Protocol Using IMUs versus MoCap. Sensors (Basel). 2023. № 23 (17). DOI: 10.3390/s23177427. PMID: 37687884; PMCID: PMC10490804.

О ПРОЕКТЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ АНАЛИЗА ЛЕКСИЧЕСКИХ СПЕКТРОВ ТЕКСТОВ

© Куусела Д. А., Москин Н. Д.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

demid.kuusela@gmail.com, moskin@petsu.ru

В докладе рассматривается проект информационной системы для анализа лексических спектров текстов (на уровне словаря и на уровне текста) с помощью математических методов. В частности, планируется, что данная система позволит аппроксимировать значения лексических спектров с помощью четырех видов кривых: гиперболической, экспоненциальной, степенной и логарифмической.

Ключевые слова: атрибуция текстов, лексический спектр текста, аппроксимация, информационная система.

ABOUT THE PROJECT OF AN INFORMATION SYSTEM FOR THE ANALYSIS OF LEXICAL SPECTRA OF TEXTS

© Kuusela D. A., Moskin N. D.

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

The report discusses the project of an information system for analyzing the lexical spectra of texts (at the dictionary level and at the text level) using mathematical methods. In particular, it is planned that this system will allow approximating the values of lexical spectra using four types of curves: hyperbolic, exponential, power and logarithmic.

Key words: text attribution, lexical spectrum of text, approximation, information system.

Будем понимать под *атрибуцией* процесс исследования текстов с целью определения их авторства. Эта проблема возникает, когда неизвестно, кто именно написал определенный текст, особенно в случаях анонимных и псевдонимных произведений. Поскольку традиционные филологические методы часто оказываются неэффективными, то для решения этой проблемы стали применять математические методы и компьютерные технологии. Они позволяют обработать большие объемы данных и выявлять статистические закономерности в стилистическом почерке и авторской манере писателей. Например, подобный подход был использован для определения авторства дореволюционных публицистических текстов, приписываемых Ф. М. Достоевскому [1].

Для проведения разметки подобных текстов может быть использована информационная система «СМАЛТ» («Статистические методы анализа литературных текстов»), которая была разработана в Петрозаводском государственном университете. В рамках информационной системы осуществляется импорт текстовых произведений с автоматическим разбиением на отдельные слова, предложения и абзацы. Также проводится редактирование, подобранного автоматически в ходе импорта морфологического разбора, или создание нового разбора специалистом-филологом. Кроме того, осуществляется построение текстовых фрагментов с заданными размерами слов и отступом с описанием морфологического разбора для проведения детального анализа.

Один из методов атрибуции был разработан в 1976 году норвежским экспертом по использованию компьютерных технологий и математических методов для определения авторства в литературных произведениях Гейром Хьетсо. Исследования Гейра Хьетсо показали, что можно анализировать стилистические особенности автора с помощью лексических спектров, то есть с помощью распределения частот слов в тексте. Для этой цели Гейр Хьетсо использовал две характеристики: лексический спектр на уровне словаря и лексический спектр на уровне текста [3].

Для определения лексического спектра текста, который основан на частотном словаре, применяется следующий метод. Для сравнения текстов выбираются выборки одинаковой длины. После чего все слова разбиваются на группы в зависимости от частоты встречаемости и определяется количество слов в каждой группе и покрываемость текста. Первая характеристика показывает распределение частот на уровне словаря, вторая – на уровне текста. Использование частотного словаря и анализ лексического спектра текста позволяют исследовать распределение слов и их частоты в тексте и провести статистический анализ с целью выявления характерных особенностей и однородности текста. Для наглядного представления значений лексического спектра можно использовать сравнительные диаграммы.

Во время решения задач атрибуции текстов возникает потребность в представлении значений в виде одного-двух чисел, особенно когда используются такие методы интеллектуального анализа данных, как деревья решений. Для этой цели можно аппроксимировать зависимость с помощью математических кривых. Чтобы автоматизировать данные процессы, может быть разработана информационная система, которая будет на основе входных данных вычислять значения лексических спектров текстов, аппроксимировать значения с помощью различных видов кривых и вычислять коэффициенты корреляции Пирсона, которые можно будет сравнить со значениями шкалы Чеддока для качественной оценки показателей тесноты связи [2].

Интерфейс программы планируется разделить на две части. В левой части загружается и отображается список исследуемых текстов. При этом они могут быть отсортированы по различным параметрам: по автору (например, Ф. М. Достоевский, В. П. Мещерский, А. А. Григорьев, Н. Н. Страхов и пр.), названию журнала («Время», «Эпоха», еженедельник «Гражданин»), году публикации и т. д. При выборе определенного текста можно сразу оценить на диаграмме его лексический спектр. Во

второй части выводятся результаты экспериментов с возможностью сохранения вычислений (промежуточных или итоговых) в виде таблицы MS Excel.

Программа предлагает пользователю пройти процедуру, состоящую из нескольких последовательных шагов:

1. На первом шаге можно выбрать список исследуемых текстов (как вариант – все тексты).
2. На втором шаге определяется, какой вид лексических спектров будет рассчитан: на уровне словаря (f) или на уровне текста (mf). Для дальнейших вычислений программа приводит к стандартному виду исходный набор данных, содержащий значения лексических спектров.
3. На третьем шаге осуществляется выбор одного из четырех видов кривых:

- гиперболической кривой вида $y = \frac{a}{x} + b$;
- экспоненциальной кривой вида $y = c \cdot e^{-\lambda x}$;
- степенной кривой вида $y = p \cdot x^n$;
- логарифмической кривой вида $y = s \cdot \ln(x) + t$.

С помощью метода наименьших квадратов можно подсчитать значения параметров (при желании сохранить их для обработки другой программой).

4. На четвертом шаге для проверки гипотезы можно вычислить коэффициент корреляции Пирсона между модулями разницы коэффициентов регрессии (например, $d_{ij} = |s_i - s_j|$) и расстояниями χ^2 между диаграммами, представляющими лексический спектр (подробнее в [2]). Чем больше текстовых фрагментов будет проанализировано, тем лучше можно будет проследить закономерности в стилистическом почерке писателя.

В дальнейшем разработанная информационная система может быть интегрирована в качестве дополнительного модуля для информационной системы «СМАЛТ» («Статистические методы анализа литературных текстов»).

Библиографический список

1. Кулаков К. А., Лебедев А. А., Рогов А. А., Суровцова Т. Г., Москин Н. Д. Атрибуция текстов с помощью математических методов и компьютерных технологий // Материалы XIII всероссийской научно-практической конференции «Цифровые технологии в образовании, науке, обществе» (Петрозаводск, 17–20 сентября 2019 года). Петрозаводск, 2019. С. 121–125.
2. Куусела Д. А. Анализ лексических спектров текстов с помощью математических методов // StudArctic Forum. 2023. Т. 8. № 2. С. 30–35.
3. Хьетсо Г. Принадлежность Достоевскому: к вопросу об атрибуции Ф. М. Достоевскому анонимных статей в журналах «Время» и «Эпоха». Осло, 1986. 82 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРАВЛЕНИЯ ВЗГЛЯДА ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ ВИДЕОДАНЫХ

© Лапин С. П., Семёнов А. В.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

stepan.farlom@gmail.com, alexsem26@gmail.com

В докладе представлен прототип алгоритма для определения направления взгляда человека. Для решения задачи рассматриваются следующие ситуации: а) человек стоит перед монитором и направляет взгляд в стороны, не смотря на экран; б) человек стоит перед монитором и направляет взгляд в различные его стороны; в) несколько людей стоят перед монитором, но только один из них взаимодействует с экраном. Проведенное экспериментальное исследование оценивает применимость разработки алгоритма на основе существующих технологий.

Ключевые слова: видеоаналитика, компьютерное зрение, методы распознавания, окулография.

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR DETERMINING THE DIRECTION OF PERSON'S GAZE BASED ON VIDEO DATA

© Lapin S. P., Semenov A. V.

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

The report presents a prototype of an algorithm for determining the direction of person's gaze. For solving the problem, the following situations are considered: a) a person stands in front of the monitor and directs his gaze to the sides, without looking at the screen; b) a person stands in front of the monitor and directs his gaze in different directions; c) several people stand in front of the monitor, but only one of them interacts with the screen. The experimental study evaluates the applicability of developing an algorithm based on existing technologies.

Key words: video analytics, computer vision, recognition methods, oculography.

Отслеживание направления взгляда человека имеет широкий спектр применения: формирование карты направления взгляда человека при просмотре им изображений или различных объектов на основе видеоданных, улучшение интерфейсов виртуальной и дополненной реальности. Так, в области дизайна, используя тепловые карты направления взгляда, можно анализировать, на какие участки больше всего смотрел человек [1]. Использование систем трекинга глаз также применяется в медицинских и поведенческих экспериментах [2]. Так, например, используя данную технологию, изучались особенности искажений внимания у подростков с социальной тревогой [3].

В докладе представлен прототип алгоритма для определения направления взгляда человека, который находится на расстоянии от объекта. На каждом видеокadre распознается расположенный рядом с экраном человек (если он находится в кадре) и контрольные точки на его лице. В прототипе реализованы следующие ситуации:

- в кадре не распознается человек или его лицо;
- человек стоит перед монитором и направляет свой взгляд в стороны, не смотря на экран;
- человек стоит перед монитором и направляет свой взгляд в различные его стороны;
- несколько людей стоит перед монитором, но только один из них смотрит на экран и направляет свой взгляд в различные его стороны, остальные люди никак не взаимодействуют с экраном.

Реализация алгоритма основана на решении следующих подзадач:

- подзадача распознавания лиц(а);
- подзадача распознавания ключевых точек на лице;
- подзадача проецирования взгляда человека на экран;

Модули используют существующие алгоритмы распознавания на основе нейронных сетей. В результате их работы формируются следующие выходные данные:

- на кадре не обнаружено лиц;
- детектированное лицо смотрит в левую часть экрана;
- детектированное лицо смотрит в центральную часть экрана;
- детектированное лицо смотрит в правую часть экрана.

RTSP-видео поток захватывается с помощью библиотеки OpenCV для языка программирования Python.

Решение подзадачи распознавания лиц осуществляется с помощью детектора FaceDetector [4] из состава библиотеки MediaPipe [5].

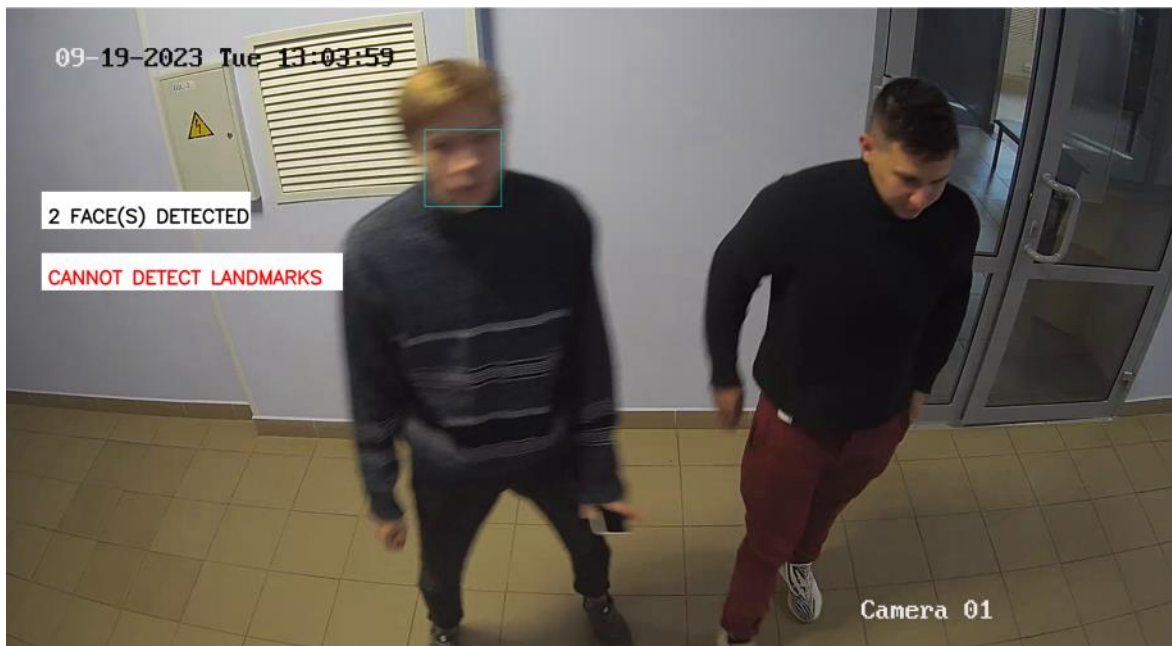


Рис. 1. Пример работы детектора FaceDetector

Решение подзадачи распознавания ключевых точек осуществляется с помощью детектора FaceLandmarker [6] из состава библиотеки MediaPipe.

За счет получения координат ключевых точек на лице, осуществляется определение направления взгляда человека, основываясь на положении зрачка относительно разреза глаз.

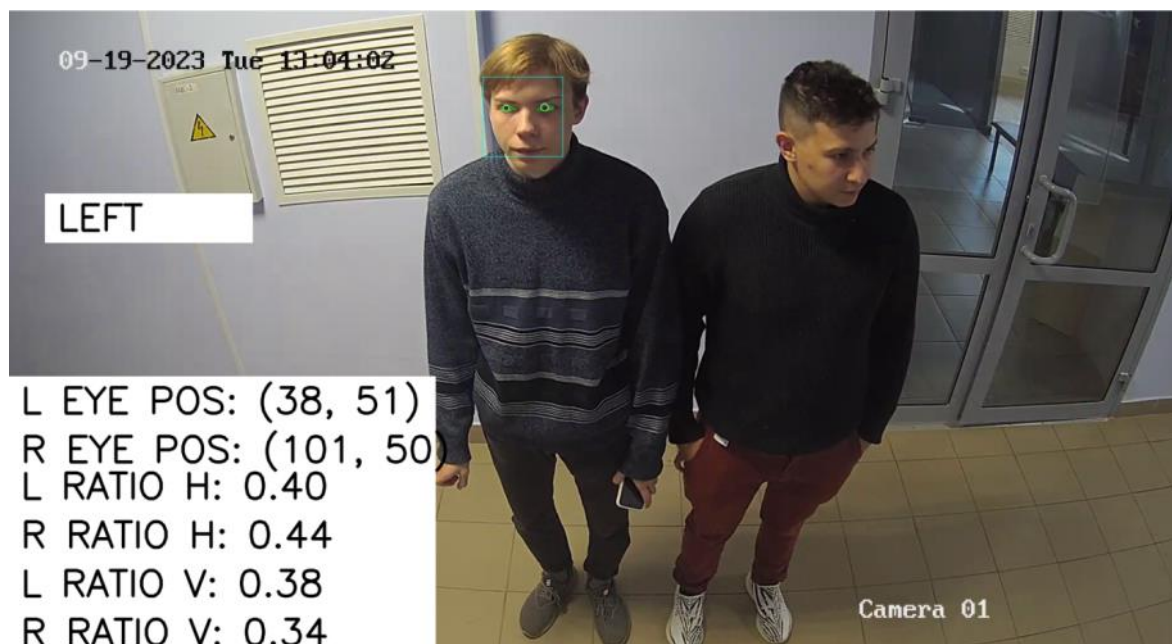


Рис. 2. Пример работы алгоритма по проекции направления взгляда человека на экран

Реализованный прототип является оценкой возможности разработки такого алгоритма на основе существующих технологий.

Библиографический список

1. Горшков М. Д. Айттрекинг (окулография) – инновационная технология в клинической практике и медицинском симуляционном обучении // Виртуальные технологии в медицине: электр. журн. / М. Д. Горшков. Выпуск № 1. 2018. URL: <https://www.medsim.ru/jour/article/view/384>
2. Игнатовский Я. Р. Айттрекинг: потенциал для применения в государственном управлении, политическом брендинге и планировании избирательных кампаний // Вестник Российского университета

- дружбы народов. Серия: Государственное и муниципальное управление / Я. Р. Игнатовский, В. Г. Иванов. 2020. URL: https://www.researchgate.net/publication/342082505_Eye_Tracking_Potential_Applications_for_Public_Management_Political_Branding_and_Election_Campaigns
3. Сагалакова О. А. Экспериментальное «Eye Tracker» исследование искажений внимания при социальной тревоге, осложненной антивитальными переживаниями // Медицинская психология в России: научн. электр. журн. / О. А. Сагалакова, Д. В. Труевцев. Выпуск № 1 (42). 2017. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/eksperimentalnoe-eye-tracker-issledovanie-iskazheniy-vnimaniya-pri-sotsialnoy-trevoge-oslozhennoy-antivitalnymi-perezhivaniyami/viewer>
 4. MediaPipe. Face detection overview. [Электронный ресурс]. URL: https://developers.google.com/mediapipe/solutions/vision/face_detector
 5. MediaPipe Framework. [Электронный ресурс]. URL: https://developers.google.com/mediapipe/solutions/vision/face_detector
 6. MediaPipe. Face landmark detection overview. [Электронный ресурс]. URL: https://developers.google.com/mediapipe/solutions/vision/face_landmarker

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПРИЗНАКОВ ДЛЯ ЗАДАЧИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РИСКА ХРОМОСОМНЫХ АНОМАЛИЙ У ПЛОДА

© Меньщиков М. А., Корзун Д. Ж., Ившин А. А.

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Петрозаводский государственный университет
Санкт-Петербург, Петрозаводск
menshikov.mikhail.2001@gmail.com

В работе представлена постановка исследования на разработку модуля извлечения признаков анеуплоидий из ЕН-карт (электронных медицинских карт) пациенток на основе алгоритмов машинного обучения для задачи оценки риска возникновения хромосомных аномалий у плода.

Ключевые слова: ЕН-карты, извлечение признаков, машинное обучение, binary-классификация, multilabel-классификация, token-классификация, предобученные языковые модели.

DEVELOPMENT OF A FEATURE EXTRACTION MODULE FOR THE CHROMOSOMAL ABNORMALITIES RISK PREDICTION IN THE FETUS

© Menschikov M. A., Korzun D. G., Ivshin A. A.

Saint-Petersburg national research university of information technologies, mechanics and optics, Petrozavodsk State University
Saint-Petersburg, Petrozavodsk

The paper presents the research formulation on the development of a aneuploidy feature extraction module from patients EN-records (electronic medical records) based on machine learning methods for the assessment of chromosomal abnormalities in the fetus.

Key words: electronic health record, feature extraction, machine learning, binary classification, multilabel classification, token classification, pretrained language models.

Проблема пренатальной диагностики наследственных заболеваний плода у беременных женщин является одной из наиболее актуальных в современном акушерстве. В структуре основных причин первичной инвалидизации детей до 18 лет в Республике Карелия на 2019 год «врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения» составили 15,9 % (2018 г. – 17,0 %, 2017 г. – 16,4 %, 2016 г. – 18,6 %) [1; 2].

Одним из ключевых инструментов снижения младенческой и перинатальной смертности является пренатальный скрининг, направленный на выявление и оценку рисков хромосомных аномалий плода. Ранний пренатальный скрининг включает в себя ультразвуковое исследование (УЗИ), на основании которого производится комплексный программный расчет индивидуального риска рождения ребенка с хромосомной патологией с помощью программной утилиты ASTRAIA (Nexus, Германия). Данный способ расчета существует уже много лет, но в связи с настоящей политической обстановкой, NEXUS/ASTRAIA приостановило свою деятельность на территории Российской Федерации.

За последние годы в мировом медицинском сообществе повысился интерес к технологиям искусственного интеллекта [3; 4]. Отечественный и мировой опыт использования методов машинного и глубокого обучения доказал их эффективность, а постепенный перевод медицинских карт пациентов в электронный формат открывает новые возможности для повышения точности расчета индивидуального риска, отвечая современной парадигме персонифицированной профилактической медицины.

В рамках гранта Главы Республики Карелия 2023 планируется разработать скрининговую систему, с применением методов машинного обучения, для расчета индивидуального риска хромосомных аномалий у плода на основе ЕН-карт пациенток, которая обеспечит снижение риска рождения детей с тяжелыми инвалидизирующими пороками развития на территории Республики Карелия. По проекту предполагается реализация двух программных модулей (рисунок 1):

- NLP-модуль – выполняет извлечение заданного набора признаков состояния здоровья пациентки из медицинских текстовых данных.
- Предиктивный модуль – выполняет оценку риска возникновения хромосомных аномалий у плода на основании извлеченных значений признаков состояния здоровья пациентки.



Рис. 1. Общая схема предикции риска хромосомных аномалий у плода

В данной работе рассмотрен NLP-модуль, а именно представлено исследование по применимости известных FE (Feature Extraction)-методов для задачи извлечения признаков состояния здоровья из ЕН-карт пациенток.

Для обучения NLP-модуля используется набор обезличенных неструктурированных ЕН-карт пациенток, полученный от ГБУЗ РК «Республиканский перинатальный центр им. К. А. Гуткина» и ГБУЗ «Детская республиканская больница им. Н. И. Григовича», и размеченный медиками-экспертами на две категории извлекаемых признаков: бинарных, теговых. Разметка бинарных признаков проводилась в следующем формате: указывалось наличие/отсутствие признака в конкретной ЕН-карте. Бинарная разметка выполнялась для 22 признаков. В сумме было размечено ~20 тыс. карт. Теговая разметка проводилась в следующем формате: указывался фрагмент текста (character-level позиция начала и конца) для конкретной ЕН-карты, в которой содержится извлекаемый признак. Теговая разметка выполнялась для 16 признаков. В сумме было размечено ~15 тыс. карт. Для расширения тренировочного набора было выполнено автоматическое обогащение «пустых» ЕН-карт модифицированными примерами найденных значений теговых признаков.

Естественным образом, было принято решение по разработке двух независимых моделей: отвечающих за извлечение бинарных и теговых признаков соответственно. Далее будет представлена постановка серии экспериментов, в рамках которых ожидается получить данные модели.

Для получения бинарной модели будет выполнено сравнение binary- и multilabel- методов классификации текста на наличие/отсутствие заданного набора признаков. В случае с binary-методом для каждого признака будет обучен свой бинарный классификатор, – когда в результате использования multilabel-метода будет получен только один классификатор, который будет возвращать бинарный вектор, каждая координата которого соответствует конкретному признаку. Для обоих методов в качестве способа векторизации текстовых данных будут использоваться предобученные языковые модели для русского языка, лежащие в открытом доступе на платформе Hugging Face: BERT, RoBERTa, ELECTRA. Для binary-метода балансировка меток классов в тренировочном наборе будет выполнена с помощью алгоритма SMOTE из библиотеки Imblearn. Балансировка меток для multilabel-метода будет производиться на уровне корректировки функции ошибки [5]. Будет выполнено сравнение следующих моделей классификации: LAMA-фреймворк, Random Forest и указанные выше языковые модели с дополнительным последним линейным слоем и softmax-функцией активации. Перебор гиперпараметров у сравниваемых моделей будет выполнен с помощью библиотеки Optuna.

Для получения теговой модели будет использован метод классификации токенов (Token Classification) [6]. В качестве классификатора будут протестированы предобученные языковые модели для русского языка, дообученные (Fine-Tuned) под NER(Named Entity Recognition)-задачу и лежащие в открытом доступе на платформе Hugging Face: BERT, RoBERTa. Перебор гиперпараметров у

тестируемых моделей будет выполнен с помощью библиотеки Optuna. Для извлечения теговых признаков, у которых был недостаточно большой набор размеченных примеров в тренировочном множестве, будет использован метод на основе регулярных выражений, описанный в [7].

В результате исследования будет проведена серия экспериментов, выполнена оценка предложенных моделей извлечения бинарных/теговых признаков и сделано заключение о возможности их интеграции в разрабатываемый NLP-модуль. В таблице 1 представлен инструментарий для решения задач по извлечению информации из текстовых данных.

Таблица 1

ИИ-инструментарий для решения задач по анализу данных

№	Инструмент	Назначение
1	Программная библиотека «Imblearn»	Генерация новых элементов для несбалансированной тренировочной выборки
2	Программная библиотека «Optuna»	Перебор гиперпараметров для моделей машинного обучения
3	Платформа «HuggingFace»	Поиск открытых предобученных нейросетевых моделей для дальнейшего практического использования
4	Программная библиотека «Transformers»	Использование готовых архитектур современных нейронных сетей
5	Программный фреймворк «LAMA»	Автоматическое построение моделей машинного обучения
6	Программная библиотека «Scikit-Learn»	Перебор различных алгоритмов машинного обучения

В результате экспериментов ожидается получить следующие метриками качества FE (Feature Extraction)-моделей на тестовом наборе: значение по ROC-AUC 0.85 и более; значение F1-меры 0.9 и более.

Поддержка исследований. НИОКР реализуется в рамках программы поддержки студентов, аспирантов и лиц, имеющих ученую степень, обеспечивающих значительный вклад в инновационное развитие отраслей экономики и социальной сферы Республики Карелия, в 2023 году, финансируемой Правительством Республики Карелия (Договор №3-Г22 от 29.12.2022 между ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет» и Фондом венчурных инвестиций Республики Карелия).

Библиографический список

1. Гуменюк Е. Г. Поиск предикторов задержки роста плода: от сантиметровой ленты до искусственного интеллекта [Текст] / Е. Г. Гуменюк, А. А. Ившин // Акушерство и гинекология. 2023. С. 1.
2. Андрейченко А. Е., Лучинин А. С., Ившин А. А., Ермак А. Д., Новицкий Р. Э., Гусев А. В. Разработка и валидация моделей прогнозирования общего риска преэклампсии и риска ранней преэклампсии с использованием алгоритмов машинного обучения в первом триместре беременности. Акушерство и гинекология. 2023. 10: 94-107. <https://dx.doi.org/10.18565/aig.2023.101>.
3. Lee J. et al. BioBERT: a pre-trained biomedical language representation model for biomedical text mining // Bioinformatics. 2020. Т. 36. № 4. С. 1234–1240.
4. Korzun D. G. Internet of Things Meets Mobile Health Systems in Smart Spaces: An Overview. In: Bhatt C., Dey N., Ashour A. (eds) Internet of Things and Big Data Technologies for Next Generation Healthcare. Studies in Big Data. Vol. 23. (2017). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-49736-5_6.
5. Huang Y. et al. Balancing methods for multi-label text classification with long-tailed class distribution // arXiv preprint arXiv:2109.04712. 2021.
6. Wang Y. et al. Application of pre-training models in named entity recognition // 2020 12th International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics (IHMSC). IEEE, 2020. Т. 1. С. 23–26.
7. Меньщиков М. А. Извлечение признаков из неструктурированных текстовых данных для задачи прогнозирования заболеваний / М. А. Меньщиков // Научно-исследовательская работа обучающихся и молодых ученых: Материалы 74-й Всероссийской (с международным участием) научной конференции обучающихся и молодых ученых. Петрозаводск, 2022. С. 244–249. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49374452>.

АДАПТАЦИЯ СТОРОННИХ БИБЛИОТЕК ДЛЯ ДАТЧИКА РАССТОЯНИЙ VL53L1X

© Миришкин А. Д., Васильев М. И.
Петрозаводский государственный университет
Петрозаводск
mirishkinaleksandr@gmail.com

В статье представлен результат анализа различных версий драйвера для датчика VL53L1X. Выделены основные различия в функциональности версий драйвера. Рассмотрены принципы обмена данными с датчиком по интерфейсу I2C, реализация которого необходима для работы драйвера, а также даны общие рекомендации по адаптации версий драйвера под конкретную аппаратную платформу.

Ключевые слова: датчик VL53L1X, адаптация под аппаратную платформу.

ADAPTING THIRD-PARTY LIBRARIES FOR VL53L1X DISTANCE SENSOR

© Mirishkin A. D., Vasil'ev M. I.
Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

The article presents the result of analyzing different versions of the driver for the VL53L1X sensor. The main differences in functionality of the driver versions are highlighted. The principles of data exchange with the sensor via I2C interface, the implementation of which is necessary for the driver operation, are considered, as well as general recommendations on adaptation of driver versions for a particular hardware platform are given.

Key words: VL53L1X sensor, adapting to the hardware platform.

Датчик VL53L1X – это лазерный дальномер, созданный компанией STMicroelectronics. Датчик излучает серии инфракрасных импульсов светодиодом и принимает отраженное от объекта излучение 2D-структурой из лавинных фотодиодов. По разнице времени между отправкой и приемом оценивается расстояние до объекта.

VL53L1X может найти применение в широком спектре проектов, в том числе в машиностроении. Датчик подключается к микроконтроллеру, который запускает цикл измерений и затем считывает результаты. Управление датчиком осуществляется через драйвер, который необходимо адаптировать под конкретную аппаратную платформу. Адаптация осложняется тем, что существуют две версии драйвера, которые различаются по своей функциональности и требованиям к ресурсам микроконтроллера. Поэтому организация коммуникации между микроконтроллером и датчиком может вызвать затруднения.

Целью описанного исследования является выявление различий в версиях драйверов для датчика VL53L1X, определение области их применения, а также разработка методов адаптации каждой из версий драйвера под микроконтроллер ATmega328P.

Существуют две версии драйвера для VL53L1X: Full API и UDL (ultra-light driver) API [2; 3]. Версия Full API появилась раньше, чем UDL API, поэтому в некоторых документах она называется просто API. UDL API – это оптимизированная версия драйвера, которая состоит из 4 файлов (плюс 3 дополнительных файла, в которых содержатся платформозависимые функции), а ее код занимает 2.3 Кб в ПЗУ в сравнении с 35 файлами и 9 Кб Full API [3]. Кроме разницы в объеме и количестве файлов, Full API и UDL API различаются своей функциональностью.

Датчик VL53L1X может работать в различных режимах, которые, в первую очередь, задают максимальную дальность измерений. Режимы с меньшей максимальной дальностью обладают большей устойчивостью к условиям внешней среды [2]. Full API предоставляет 3 режима работы: long (до 4 м), middle (до 3 м) и short (до 1.3 м) [2]. UDL API только два – long (до 4 м) и short (до 1.3 м) [3].

Возможности конфигурации частоты дискретизации датчика тоже различны в разных версиях драйвера. Full API предоставляет возможность установить любой период измерений в диапазоне от 20 мс до 1000 мс (частота от 50 Гц до 1 Гц) [2]. В UDL API период измерений может принимать только предустановленные значения: 15, 20, 33, 50, 100, 250, 500 и 1000 мс (67, 50, 30, 20, 10, 4, 2 и 1 Гц соответственно), значение 15 мс можно использовать только в режиме short [3]. Существует документ от компании STMicroelectronics, в котором утверждается, что при использовании режима short в Full API можно установить период измерений 10 мс (частота 100 Гц) [4]. Это подразумевает, что с помощью Full API можно задать частоту дискретизации датчика более 50 Гц как минимум для режима short, несмотря на то, что документация к драйверу Full API запрещает это.

Значимые отличия между версиями драйвера есть и в реализации калибровки. Устройство датчика VL53L1X позволяет регулировать количество и тип лавинных диодов, которые применяются для улавливания отраженного излучения. Эта регулировка позволяет избежать насыщения сигнала. В Full API контроль лавинных диодов осуществляется с помощью отдельных калибровочных функций, которые нужно вызывать после инициализация датчика при необходимости регулировки [2]. В UDL API нет подобных калибровочных функций – вместо этого регулировка количества и типа лавинных диодов реализуется с помощью операции DSS (dynamic SPAD selection), которая вызывается в начале каждого измерения [3].

Обе версии драйвера спроектированы так, чтобы для адаптации API под конкретную платформу требовалось изменить только платформозависимый код, который в обеих версиях драйвера вынесен в файл vl53l1_platform.c. Платформозависимый код включает в себя функции для обмена данными по интерфейсу I2C, который является единственным интерфейсом датчика VL53L1X [1], а также функции, связанные с отсчетом времени. В файле vl53l1_platform.c заданы только интерфейсы этих функций, имплементировать их пользователь API должен самостоятельно.

Full API предоставляется изначально подготовленной к работе на собственной платформе компании STMicroelectronics, поэтому API включает в себя избыточную функциональность. Чтобы подготовить драйвер к адаптации, нужно реорганизовать файл vl53l1_platform.c, оставив в нем только необходимые функции: WriteMulti, WrByte, WrWord, WrDWord, ReadMulti, RdByte, RdWord, RdDWord (функции обмена данными по интерфейсу I2C), GetTickCount, WaitMs, WaitUs, WaitValueMaskEx (функции, связанные с отсчетом времени). Все перечисленные функции имеют приставку VL53L1_. После удаления тел этих функций можно убрать включения всех заголовочных файлов кроме vl53l1_platform.h.

UDL API изначально подготовлена к адаптации, никакие дополнительные изменения вносить не требуется.

Подробности реализации функций, связанных с отсчетом времени, зависят только от платформы. Описание задач, которые должны решать эти функции, можно найти в файле vl53l1_platform.h.

Функции обмена данными по интерфейсу I2C требуют более тщательного рассмотрения. В обеих версиях драйвера коммуникация с датчиком осуществляется с помощью следующего набора функций: WriteMulti, WrByte, WrWord, WrDWord, ReadMulti, RdByte, RdWord, RdDWord. Объявления этих функций в разных версиях драйвера похожи, но между ними есть следующие отличия – в Full API все функции первым аргументом принимают структуру типа VL53L1_DEV, которая хранит информацию о датчике VL53L1X, и возвращают значение типа VL53L1_Error, а в UDL API функции первым параметром принимают адрес VL53L1X на шине I2C и возвращают значение типа int8_t. Однако, так как единственное поле в структуре VL53L1_DEV, которое используется для обмена данными по I2C – VL53L1_DEV.i2c_slave_address – содержит адрес датчика VL53L1X на шине I2C, а VL53L1_Error определен как int8_t, в реализации функций для общения по I2C в разных версиях драйвера нет значительных отличий.

Транзакции чтения или записи данных датчика VL53L1X должны производиться в порядке, указанном на рисунках 1 и 2.

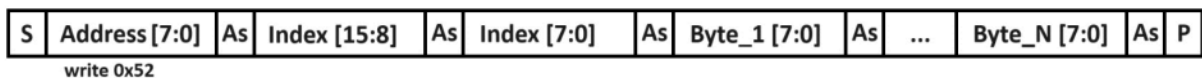


Рис. 1. Порядок передачи данных по шине I2C для датчика VL53L1X [1]



Рис. 2. Порядок получения данных по шине I2C для датчика VL53L1X [1]

На рисунках 1 и 2 Address – это адрес устройства ведомого устройства на шине I2C, Index – это адрес регистра ведомого устройства, Byte_N – передаваемый или получаемый байт номер N, S – условие начала передачи, P – условие окончания передачи, Am – подтверждение от ведущего устройства, As – подтверждение от ведомого устройства. Для записи к датчику нужно обращаться по адресу 52, для чтения – 53 (адреса даны в шестнадцатеричной системе).

Стоит отметить, что при обмене данными посылается два байта INDEX, так как у датчика VL53L1X двухбайтовые регистры. Это является одной из причин несовместимости программного обеспечения для VL53L1X с предыдущей версией лазерного дальномера VL53L0X от STMicroelectronics, у которого регистры однобайтовые.

Когда все платформозависимые функции реализованы, драйвер готов к использованию. Использование функций драйвера тривиально, и не имеет значительных отличий в разных версиях драйвера.

Суммируя все перечисленные различия, можно сделать вывод, что UDL API реализует те же функции, что и Full API, но версия Full API предоставляет больше возможностей для конфигурации датчика. Однако Full API более требователен к ресурсам микроконтроллера, поэтому, если ни одно из перечисленных различий не критично для проекта, в котором планируется использовать датчик VL53L1X, предпочтительно использовать версию UDL API.

Библиографический список

1. VL53L1X: 2022. 35 с.
2. VL53L1X API User Manual: 2018. 33 с.
3. A guide to using the VL53L1X ultra lite driver: 2020. 26 с.
4. Configuring the VL53L1X Time-of-Flight sensor to range up to 100 Hz: 2019. 8 с.

ЦИФРОВАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА ПО ОБУЧЕНИЮ ИНФОРМАТИКЕ ДЛЯ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «СОЦИАЛЬНАЯ РАБОТА»

© Москин Н. Д.

Петрозаводский государственный университет
Петрозаводск
moskin@petrsu.ru

В работе описывается цифровая образовательная среда, предназначенная для студентов направления подготовки бакалавриата 39.03.02 «Социальная работа» Института истории, политических и социальных наук ПетрГУ, которые изучают два курса, связанных с информационными технологиями («Информатика» и «Социальная информатика»).

Ключевые слова: информатика, социальная информатика, социальная работа, электронный образовательный ресурс, Moodle.

DIGITAL EDUCATIONAL ENVIRONMENT OF TEACHING COMPUTER SCIENCE FOR STUDENTS OF THE SPECIALTY «SOCIAL WORK»

© Moskin N. D.

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

The paper describes a digital educational environment designed for students of the Bachelor's degree 39.03.02 «Social Work» of the Institute of History, Political and Social Sciences of PetrSU, who study two courses related to information technology («Informatics» and «Social Informatics»).

Key words: informatics, social informatics, social work, e-learning resource, Moodle.

Студенты направления подготовки бакалавриата 39.03.02 «Социальная работа» Института истории, политических и социальных наук изучают два курса, связанных с информационными технологиями, а именно: «Информатика» и «Социальная информатика». Первый читается во втором и третьем семестрах (вид промежуточной аттестации соответственно зачет и экзамен), второй – в четвертом семестре (вид промежуточной аттестации – зачет). В результате освоения этих дисциплин студенты должны знать основные понятия и определения, используемые в теории и практике применения информационно-коммуникационных технологий, информационные ресурсы и базы данных в профессиональной области, уметь применять прикладное программное обеспечение, программные средства для решения задач профессиональной деятельности, обладать навыками поиска, сбора, хранения, обработки информации на основе информационной культуры с применением информационно-коммуникационных технологий для решения стандартных задач профессиональной деятельности.

Во втором семестре студенты изучают основные понятия информатики, информационно-логические основы вычислительной техники, аппаратное и программное обеспечение компьютера, алгоритмизацию и программирование. На практических занятиях они повышают свои навыки в обла-

сти использования текстовых редакторов и электронных таблиц. Более углубленно эти знания можно получить, в том числе, с использованием известных учебников по информатике для высшей школы (например, [4]) или рассчитанных на разный уровень образования обучающихся ресурсами по информатике, размещенными в сети Интернет. Следующий семестр больше направлен на освоение информационно-коммуникационных технологий, информационных ресурсов и баз данных. Помимо ключевых понятий в области проектирования базы данных, компьютерных сетей и разработки web-ресурсов, изучаются практические аспекты создания таблиц, запросов, форм, отчетов для базы данных, основы языка гипертекстовой разметки HTML и др.

В своей работе [5] И. В. Соколова отмечает, что «в последние 25 лет значимое развитие получило научное направление междисциплинарного характера – «Социальная информатика», – изучающее комплекс проблем, связанных с прохождением информационных процессов в социуме, его информатизацией. В рамках данного направления ведется изучение экономических, социологических, правовых, психологических, педагогических, экологических и иных аспектов информатизации общества». Именно знания в этой области, которые в целом дополняют базу по информатике, получают студенты в четвертом семестре. Термин «социальная информатика» был введен в научный оборот А. В. Соколовым (в соавторстве) еще в 1974 году. В качестве основных разделов курса можно выделить: место социальной информатики в современной системе научного знания; основные закономерности глобального процесса информатизации общества; основные особенности информационного общества, проблемы и тенденции его становления; технические и программные средства реализации информационных процессов; информационная безопасность. И. В. Соколова указывает, что «...социальную информатику считают и общенаучным знанием, и самостоятельным научным междисциплинарным направлением, и отраслью информатики и, в узком смысле, специальной социологической теорией, изучающей проблемы информатизации общества» [5].

Развитие телекоммуникационных систем и глобализация в сфере образования, в том числе, привели сегодня к значительному увеличению числа программ дистанционного обучения. Для разработки электронных обучающих ресурсов для студентов направления «социальная работа» была выбрана платформа LMS Moodle, которая имеет ряд преимуществ. Система Moodle спроектирована с учетом достижений современной педагогики с акцентом на взаимодействие между учениками в виде обсуждения; может использоваться как для дистанционного, так и для очного обучения; имеет простой и эффективный web-интерфейс; дизайн имеет модульную структуру и легко модифицируется; подключаемые языковые пакеты (43 языка) позволяют добиться полной локализации и т. д. [3]

Разработанные электронные образовательные ресурсы по дисциплинам «Информатика» и «Социальная информатика» были размещены на сервере дистанционного обучения кафедры информатики и математического обеспечения Петрозаводского государственного университета [1]. В состав ресурсов входят материалы к лекциям (мультимедийные презентации и справочные материалы), работы по практике, а также сроки их выполнения, список литературы (источников), тесты и др. Процесс обучения приобретает активный характер со стороны студентов, во время освоения дисциплин происходят постоянные взаимодействия обучаемого с преподавателем, систематический контроль уровня знаний и умений. В качестве примера применения электронных образовательных ресурсов можно привести результаты тестирования студентов 2 курса по дисциплине «Социальная информатика», изложенные в [2]. В целом, анализ результатов использования ЭОР по вышеперечисленным дисциплинам показывает, что применение инструментов платформы LMS Moodle в сочетании с традиционными педагогическими технологиями в условиях балльно-рейтинговой системы оценки знаний студентов способствует активизации их самостоятельной работы, повышению качества усвоения изучаемого материала.

Библиографический список

1. Дистанционные курсы кафедры ИМО [Электронный ресурс] / Петрозавод. гос. ун-т. Электрон. дан. [Петрозаводск], cop. 2023. URL: <https://moodle.cs.petrso.ru/>. (01.11.2023).
2. Москин Н. Д., Сиговцев Г. С., Чарута М. А. Опыт использования дистанционных технологий Jitsi и Moodle для обучения студентов гуманитарных направлений // Материалы XIV всероссийской научно-практической конференции «Цифровые технологии в образовании, науке, обществе» (Петрозаводск, 1–4 декабря 2020 года). Петрозаводск, 2020. С. 109–111.
3. Никулин В. В. Программная среда Moodle как средство реализации дистанционных образовательных технологий // Вестник образовательного консорциума Среднерусский университет. Информационные технологии. 2014. № 2 (4). С. 30–34.

4. Симонович С. В. Информатика. Базовый курс: учебник для вузов. 3-е изд. СПб.: Питер, 2020. 640 с.
5. Соколова И. В. Социальная информатика: учебник. М.: Квант Медиа, 2018. 286 с.

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «WEB-ПРОЕКТИРОВАНИЕ» ДЛЯ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

© Москин Н. Д., Марахтанов А. Г.
Петрозаводский государственный университет
Петрозаводск
moskin@petsu.ru, marahtanov@petsu.ru

В данной работе рассмотрены основные аспекты преподавания дисциплины «Web-проектирование» для обучения студентов Института математики и информационных технологий ПетрГУ (направления подготовки бакалавриата: «Информационные системы и технологии», «Программная инженерия»).

Ключевые слова: web-технологии, web-проект, дизайн, электронный образовательный ресурс, Moodle.

ABOUT THE PECULIARITIES OF TEACHING THE DISCIPLINE «WEB-PROJECTION» FOR ENGINEERING STUDENTS

© Moskin N. D., Marakhtanov A. G.
Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

In this paper the main aspects of the discipline «Web-projection» for teaching students of the Institute of Mathematics and Information Technologies of PetrSU (bachelor's degree courses: «Information Systems and Technologies», «Software Engineering») are considered.

Key words: web technologies, web project, design, e-learning resource, Moodle.

Дисциплина «Web-проектирование» уже достаточно давно читается в Институте математики и информационных технологий ПетрГУ студентам укрупненной группы 09 (направления подготовки бакалавриата: 09.03.02 «Информационные системы и технологии» и 09.03.04 «Программная инженерия») очной и заочной формы обучения. Целью преподавания является обучение студентов проектированию и дизайну современных, доступных и удобных в использовании web-приложений. В течение семестра на понятных примерах можно изучить основные тенденции и перспективы развития индустрии по созданию web-приложений, основные этапы процесса создания web-приложения, способы ведения проекта, критерии доступности, удобства использования web-продукта и способы реализации web-приложения в соответствии с этими критериями, основные понятия, связанные с web-приложениями и пр. Современные условия предлагают разработчику различные элементы страниц и варианты структуры типовых сайтов, существующие стандарты и стандартные решения в области создания web-приложений.

Отметим, что базовые знания в области web-технологий студент уже должен иметь, так как предшествующие два семестра он изучает предмет «Web-технологии». Кроме этого, всегда есть возможность ознакомиться с существующими учебными пособиями по схожей тематике (например, [1] и [3]) и рассчитанными на разный уровень образования обучающими ресурсами по созданию web-приложений. Поскольку важной составляющей курса является дизайн проекта, то студентам пригодятся навыки, полученные при изучении дисциплин «Компьютерная графика» и «Мультимедиа-технологии» (с поддержкой разработанных в цифровой среде Института математики и информационных технологий электронных образовательных ресурсов [4]), а также изучения специализированных книг по информационному дизайну (например, [5] и [6]). Следует обратить внимание на то, что помимо знаний в сфере информационных технологий важно понимать и различные гуманитарные аспекты, которые нужны разработчику для достижения успеха: например, механизмы осуществления

взаимодействия заказчика и исполнителя web-приложения, инструменты изучения предметной области, определения целей и задач создания сайта, целевой аудитории, работа в команде и пр. [6]

На первом занятии студенты выбирают идею будущего web-приложения и создают заявку на его разработку. Опыт показывает, что их привлекают самые различные и порой даже неожиданные темы: сайты музыкальных коллективов и библиотек книг, театров и кино, гостиниц и строительных магазинов, различных видов спорта и здорового образа жизни, домашних питомцев и проката автомобилей, образовательные системы, компьютерные игры и т. д. Очевидно, что чем увлекательнее тема для обучаемого, тем интереснее и глубже будет проект.

Далее студенты распределяют между собой роли заказчика и исполнителя. Зачастую они работают в паре, т. е. первый является заказчиком для второго (и наоборот), но иногда заказчиком может выступить и внешнее лицо. На последующих лабораторных занятиях студенты в форме интервью расспрашивают друг друга о выбранных проектах. Эта информация и дальнейшие лабораторные работы позволяют подготовить и оформить техническую информацию, связанную с разработкой web-приложения (прежде всего – техническое задание).

Важно, что на лабораторных занятиях студенты не ограничены в выборе средств выполнения задания, что отличает курс от многих других дисциплин. Например, для разработки прототипов можно использовать один из инструментов (средств онлайн-прототипирования):

- NinjaMock (<https://ninjamock.com/>)
- Balsamiq (<https://balsamiq.com/>)
- Proto.io (<https://proto.io/>)
- Mockups (<https://moqups.com/>)
- MockFlow (<https://mockflow.com/>)

Свои проекты студенты представляют одногруппникам в виде доклада с возможностью демонстрации сайта. В этом формате организуются обсуждения (дискуссии) достоинств/недостатков web-проекта, его дизайна, используемых технологий программирования, технического задания на проект и др. Оценка аудитории и обратная связь должны развивать, мотивировать и помогать улучшать проекты обучающихся.

Используемая в качестве основной платформы для размещения учебных материалов LMS Moodle позволяет в значительной степени систематизировать и облегчить работу обучаемого. Разработанные электронные образовательные ресурсы для очного и заочного отделений размещены на сервере дистанционного обучения кафедры информатики и математического обеспечения Петрозаводского государственного университета [2]. В состав ресурсов входят материалы к лекциям (мультимедийные презентации и справочные материалы), лабораторные работы, а также сроки их выполнения, список литературы (источников) и др. Критерием выполнения задания также является активное участие в обсуждении предлагаемых преподавателем тем, уверенное владение материалом, умение аргументированно отстаивать свою точку зрения, дополнительные знания по предмету, не входящие в учебную программу.

Библиографический список

1. Вагин Д. В., Петров Р. В. Современные технологии разработки веб-приложений: учебное пособие. Новосибирск: НГТУ, 2019.
2. Дистанционные курсы кафедры ИМО [Электронный ресурс] / Петрозавод. гос. ун-т. Электрон. дан. [Петрозаводск], cop. 2023. URL: <https://moodle.cs.petrso.ru/> (01.11.2023).
3. Крахоткина Е. В. Технологии разработки Internet-приложений: учебное пособие. Ставрополь: СКФУ, 2016.
4. Москин Н. Д. Цифровая среда Института математики и информационных технологий. Электронные образовательные ресурсы для поддержки курсов «Мультимедиа-технологии» и «Компьютерная графика» // Цифровые технологии в образовании, науке, обществе: материалы XII(2) всероссийской научно-практической конференции (4-6 декабря 2018 года). Петрозаводск, 2018. С. 164–167.
5. Нагаева И. А., Фролов А. Б., Кузнецов И. А. Основы web-дизайна. Методика проектирования: учебное пособие. Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2021.
6. Роббинс Дж. Веб-дизайн для начинающих. HTML, CSS, JavaScript и веб-графика. 5-е изд. СПб.: БХВ-Петербург, 2021.

РЕАЛИЗАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ПО ФИЗИКЕ В ЦИФРОВОЙ СРЕДЕ

© Назаров А. И.

Петрозаводский государственный университет
Петрозаводск
anazarov@petsu.ru

Цифровая образовательная среда обеспечивает практическую реализацию принципиально новых возможностей в организации процесса обучения. В докладе рассмотрен пример практической реализации онлайн-курса «Физика. Механика», спроектированного на платформе Moodle. Курс направлен на решение образовательных задач, которые характерны для постиндустриального общества: индивидуализация обучения, формирование мотивационной составляющей курса, объективное оценивание достижения планируемых результатов обучения по дисциплине.

Ключевые слова: цифровая образовательная среда, онлайн обучение физике, платформа Moodle.

IMPLEMENTATION OF PHYSICS MODERN EDUCATIONAL PROGRAMS IN THE DIGITAL ENVIRONMENT

© Nazarov A.

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

The digital educational environment provides the practical implementation of fundamentally new opportunities in the organization of the learning process. The report discusses an example of the practical implementation of the online course «Physics. Mechanics», designed on the Moodle platform. The course is aimed at solving educational problems that are characteristic of post-industrial society, individualization of learning, formation of the motivational component, objective assessment of achievement of the planned learning outcomes in the discipline.

Key words: digital educational environment, online physics training, LMS Moodle.

За всю историю развития человечества процесс обучения кардинальным образом не изменился, а именно основные его этапы – передача определенного объема информации, работа с учебным материалом, контроль за достижением результатов обучения – сохранились. Однако существенным образом поменялись образовательные цели, условия и средства обучения.

В современных условиях важными для студентов являются: возможность выбора формата обучения, наличие доступа к необходимой для достижения образовательных результатов информации, соответствие предлагаемых для изучения материалов познавательным возможностям и уровню подготовки обучающихся, возможность освоения курса в удобное время, наличие оперативной обратной связи с преподавателем и сокурсниками.

Важными для преподавателя кроме предметной составляющей учебной дисциплины являются: отклик студента на результат обучения (аффективная область образовательных целей), выработка умения учиться на протяжении всей жизни и работать в быстро изменяющихся условиях инновационной экономики.

Практическая реализация базовых принципов обучения в системе высшего образования должна учитывать следующие современные реалии:

- компетентностный подход, задающий необходимость формирования общекультурных и общепрофессиональных компетенций средствами дисциплин учебного плана;
- востребованный в образовательной практике формат смешанного и онлайн-обучения, реализуемый при опосредованном контакте обучаемого и обучающегося;
- потребность в гибкости образовательных программ, обеспечиваемая оперативным изменением профилей направлений подготовки бакалавриата;
- наличие разнообразных форм представления учебных материалов, а также инструментов для контроля за процессом обучения и достижением планируемых результатов обучения;
- низкая эффективность и значительные трудозатраты преподавателей в случае использования экстенсивных методов обучения при большом числе студентов, приходящихся на одного преподавателя;

- различные уровни подготовки обучающихся по физике, требующие учета возможностей и интересов студентов, что определяет значимость мотивационной составляющей учебного курса.

По нашему мнению, разработка онлайн-курсов и соответствующих методик обучения позволит обеспечить успешное решение образовательных задач в новых условиях. Рассмотрим в качестве примера реализацию онлайн-курса «Физика. Механика», спроектированного в системе дистанционного обучения Moodle.

Проектирование онлайн-курса начиналось с анализа целевой аудитории, формулировки планируемых результатов обучения, отбора содержания и форм представления учебного материала, средств обучения и инструментов для реализации обратной связи. Аннотация онлайн-курса, в которой представлены ответы на эти вопросы и отражены преимущества и особенности курса, представлена по ссылке [1].

Разработанный нами онлайн-курс реализует формат смешанного обучения. Онлайн-лекции проводятся с помощью программ видео-конференц-связи, при этом практические и лабораторные занятия проводятся очно. Консультации проводятся в формате вебинаров и очно. В онлайн-курсе представлены методические материалы для проведения всех занятий и виртуальные лабораторные работы. Это средство обучения позволяет организовать систематическую самостоятельную работу студентов и осуществить контроль за ее результатами.

С целью обеспечения систематической работы студентов и проверки достижения компетенций и планируемых результатов обучения разработана балльно-рейтинговая система оценивания. Основные примеры заданий:

- входной контроль, представленный в виде теста с закрытой формой ответов;
- проверка усвоения лекционного материала с тестовыми заданиями с открытой и закрытой формами ответов. Часть вопросов формулируется таким образом, чтобы в материалах лекции не был представлен прямой ответ на поставленный вопрос (приведите пример, предложите способ и т. п.);
- задания по разбору решения задач. Работа проводится на практическом занятии в компьютерном классе. Сначала предлагается решить задачу, представленную в виде теста с возможностью поэтапного решения, самостоятельно, затем предоставляется план решения. При необходимости – дается детальная подсказка, а в случае ошибочного ответа – подробное решение задачи. За каждое дополнительное разъяснение вычитаются баллы, но в любом случае студент получает премиальные баллы за факт рассмотрения решения задачи. Преподаватель дает комментарии по ходу проведения занятия, студенты могут работать в минигруппах. Обучающимся предоставляется возможность продолжить выполнять задания дома в онлайн-режиме в течение двух суток;
- домашние задания, представленные в тестовой форме, выполняются в удобное для студента время в течение двух – трех недель;
- контрольные работы с обязательной отправкой решения преподавателю, оформленного в электронном виде (фотографии рукописных решений, размещенные в документе docx). Встроенные в Moodle средства позволяют вывести на экран сконвертированный pdf-файл и делать в нем пометки с использованием инструментов для рисования. Преподаватель ставит оценку, дает комментарии и отправляет скорректированный файл студенту.

Описанные выше средства обучения позволяют реализовать междисциплинарный и компетентностный подход в части выработки умений грамотно излагать свои мысли, владеть способами обмена информацией, умение вести сетевой диалог в рамках заданной темы.

Мотивационная составляющая кроме использования балльно-рейтинговой системы реализована посредством использования интернет-сервисов и инструментов платформы Moodle. В частности, с помощью интерактивной ленты времени представлено оглавление курса и реализован доступ к его структурным элементам, инструмент календарь напоминает о сроках выполнения заданий, с помощью одного из интернет-сервисов создана интерактивная диаграмма, на которой еженедельно отображается текущая оценка (балл) студента в сравнении со средней оценкой по группе и целевой оценкой «хорошо», инструмент «значки» [2] используется для награждения студентов в разных категориях («теоретик», «за лучшие результаты», «за лучшее выполнение контрольной», «за прогресс в освоении курса» и т. д.). Мотивирует студентов к учебе возможность исправить или уточнить представленные ранее на проверку решения, использование «колеса фортуны» на практических занятиях и другие.

Индивидуальные траектории обучения обеспечиваются разным форматом представления материала (введение к лекции, расширенный конспект, интерактивная презентация лекции, записи вебина-

ров лекций). Все эти материалы размещены на сервере <https://disk2.petrstu>, к которому есть доступ у всех студентов ПетрГУ. Файлы на сервере синхронизированы с файлами, размещенными на персональном компьютере преподавателя. Наличие ресурсов, размещенных в облачном хранилище, позволяет достаточно быстро проводить настройку онлайн-курса для студентов разных профилей подготовки.

Обратная связь реализована с помощью персонального и группового чата, который встроен в Moodle, электронной почты, тематических форумов, созданных в онлайн-курсе. В этих форумах можно обмениваться файлами, отправлять ответы лично преподавателю. По окончании освоения курса с целью повышения эффективности обучения проводится онлайн-опрос.

В целом, для достаточно подготовленных студентов и студентов, желающих учиться апробация спроектированного онлайн-курса проходит успешно, средняя оценка по группе – «хорошо», неуспевающих нет. Для студентов со слабой начальной подготовкой по физике требуется индивидуальная настройка онлайн-курса как в части сложности и количества предлагаемых для выполнения заданий, так и в части содержания рассматриваемых тем (средняя оценка – «удовлетворительно», 3 из 14 студентов на данный момент не аттестованы).

Библиографический список

1. Назаров А. И. Аннотация онлайн-курса «Физика. Механика» [Электронный ресурс] // URL: <https://1kurs.online/m/>.
2. Корнилов Ю. В. Применение значков в LMS MOODLE как элемент геймификации в смешанном обучении / Ю. В. Корнилов // Балтийский гуманитарный журнал. 2020. Т. 9. № 3 (32). С. 108–112. DOI: 10.26140/bgz3-2020-0903-0023.

ПОТЕНЦИАЛ ПРИМЕНЕНИЯ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ВИДЕОАНАЛИТИКИ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ

© Павлов М. П., Марахтанов А. Г.
Петрозаводский государственный университет
Петрозаводск
maksim_pavlov_2003@list.ru, marakhtanov@yandex.ru

Снимки дистанционного зондирования Земли являются одним из ключевых источников данных при картировании ландшафтов, инфраструктуры городов, управлении природными объектами и изучении изменений окружающей среды. В данной работе авторы рассматривают комбинации спектральных каналов для получения информации о природе объектов на снимке. Рассмотренные методы позволяют получить большой объем аналитических данных для дальнейшего применения технологий искусственного интеллекта.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, искусственный интеллект, спектральная съемка Земли, видеоаналитика спутниковых снимков.

POTENTIAL OF SATELLITE IMAGERY APPLICATION FOR INTELLIGENT VIDEO ANALYTICS OF THE REPUBLIC OF KARELIA

© Pavlov M. P., Marakhtanov A. G.
Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

The Earth remote sensing images are one of the main sources of data for mapping landscapes, urban infrastructures, managing natural objects and studying environmental changes. In this article the authors consider combinations of spectral channels to obtain information about the nature of objects in the image. The described methods allow to get a big amount of analytical information for further application of artificial intelligence technologies.

Key words: Earth remote sensing, artificial intelligence, spectral image of the Earth, video analytics of satellite images.

Спутниковая съемка Земли – разновидность технологии дистанционного зондирования, которая использует цифровые изображения, полученные с орбитальных спутников, для изучения особенностей и характеристик окружающей среды. Спутниковые снимки используются в различных сферах: обороне и безопасности, градостроительстве и управлением инфраструктурой, картографии и геодезии, геологии и геологических исследованиях, управлении природными ресурсами и охране окружающей среды, сельском хозяйстве и других сферах жизнедеятельности.

Первым спутником, выведенным на околоземную орбиту, был советский спутник «Спутник-1» в 1957 году. После запуска спутника Landsat 1 в 1972 году ученым стала доступна возможность наблюдения за изменениями поверхности Земли в режиме реального времени. А в 1999 году запуск спутника Landsat 7 обеспечил уровень детализации поверхности Земли с разрешением в 15 метров. В 2014 году был запущен спутник WorldView 3, позволяющий получать снимки с разрешением в 30 сантиметров, что является наилучшим результатом на данный момент [1]. Однако такие детализированные снимки не находятся в открытом доступе. На данный момент для открытого использования в исследовательских целях широко используются снимки со спутников Landsat 1-9 с помощью сервиса EarthExplorer [2] и снимки со спутников Sentinel 1-2 с помощью системы Copernicus [3] и сервиса WEKEO.

У каждого из спутников есть свои достоинства и недостатки. Например, снимки Landsat обычно используются в случаях, когда нужно анализировать местность в течении долгого времени или получить снимки одной и той же местности за несколько десятилетий [2]. Такие снимки не отличаются сильной детализацией, но позволяют получать данные в режиме реального времени. Снимки спутников Sentinel оснащены более технологичной оптикой [3], вследствие чего качество изображения в несколько раз лучше Landsat, но скорость получения снимков меньше (один снимок области за день или несколько дней) (рисунок 1).



Рис. 1. Пример изображения района г. Петрозаводска со спутника Landsat 9 от 21.06.2023 (слева) и Sentinel 2 от 29.06.2023 (справа)

Космическая съемка Земли с помощью орбитальных спутников разделяется на несколько методов:

- съемка в видимом свете;
- съемка в инфракрасном диапазоне (для определения температурных колебаний);
- радарная съемка (может проникать сквозь облака);
- многоспектральная съемка (захватывает различные длины волн).

Каждый метод позволяет получить различные типы изображений, которые используются для конкретных целей, таких как картирование топографии местности, измерение погодных фронтов или оценка физической природы объекта. Многие современные спутники осуществляют именно многоспектральную съемку, чтобы покрыть как видимый спектр, так и другие важные для анализа местности длины волн. Рассмотрим на примере спутников Sentinel 2 (Таблица 1).

Таблица 1

Ключевые характеристики спутниковых снимков Sentinel 2

Название слоя	Аббревиатура	Длина волны, нм	Разрешение, м
Видимый ультра синий (прибрежные зоны)	B1	443	60
Видимый синий	B2	490	10
Видимый зеленый	B3	560	10
Видимый красный	B4	665	10
Видимый ИК-диапазон (VNIR)	B5	705	20
	B6	740	20
	B7	783	20
	B8	842	10
	B8A	865	20
Коротковолновый инфракрасный (SWIR)	B9	940	60
	B10	1375	60
	B11	1610	20
	B12	2190	20

Одним из преимуществ таких многоканальных снимков является их комбинации. Например, при объединении видимого синего, красного и зеленого в один слой мы получим снимок Земли в естественных цветах – точно такой же, как мы видим ее глазами. Среди различных комбинаций слоев выделяют следующие:

1. **Цветное инфракрасное излучение.** Сочетание слоев B3 и B4 с ближними ИК-диапазоном B8 позволяет выделять здоровую и нездоровую растительность. Благодаря использованию панхроматического слоя (B8) на таком снимке особенно хорошо виден хлорофилл и как следствие более густая растительность будет окрашена в ярко красный цвет.

2. **Коротковолновый инфракрасный диапазон.** С помощью комбинации слоев коротковолнового инфракрасного излучения SWIR (B12), NIR (B8A) и видимого красного (B4) можно увидеть всю растительность в различных оттенках зеленого. На таком снимке более темные оттенки зеленого указывают на более густую растительность, а коричневый цвет – на голую почву и застройки.

3. **Сельскохозяйственная аналитика.** В комбинации слоев для сельского хозяйства используются SWIR (B11), панхроматический слой (B8) и видимый синий (B2). Благодаря использованию коротковолнового и ближнего инфракрасного слоя на полученном изображении будет хорошо выделена густая растительность, которая будет окрашена в темно-зеленый.

4. **Геологическая аналитика.** Для поиска геологических объектов можно использовать слои SWIR (B12 и B11) и видимый синий (B2). На таком изображении будут видны разломы горных пород и различные геологические формации, что помогает в создании геологической карты местности.

5. **Изучение рельефа подводной части водоемов.** Используя комбинацию видимого красного (B4) и зеленого (B3) с видимым ультра синим (B1) можно получить батиметрический снимок прибрежной зоны местности [4].

6. **Нормализованный относительный индекс растительности (NDVI).** Поскольку растения хорошо отражают ближний инфракрасный свет и поглощает красный свет, то, используя комбинацию слоев $(B8-B4) / (B8 + B4)$, можно получить снимок с нормализованными относительными индексами растительности. На полученном изображении высокие значения показывают высокую плотность растительности, а низкие или отрицательные значения указывают на городские и водные объекты.

7. **Нормализованный разностный индекс влажности (NDMI).** Идеально подходит для определения нехватки воды у растений. Для получения индекса влажности используются коротковолновые и ближние инфракрасные лучи в следующей комбинации $(B8A-B11)/(B8A+B11)$. Более влажная растительность будет иметь более высокие значения, а более низкие значения будут указывать недостаток влаги растениям.

Рассмотренные комбинации слоев спутниковых снимков и их физические возможности могут быть широко использованы в методах искусственного интеллекта с целью мониторинга и прогнози-

рования широко спектра природных процессов. Спутниковые снимки уже активно используются для улучшения продуктивности и качества продукции в сельском хозяйстве [5]. Но в ближайшее время сфера их использования будет только расширяться: от прогнозирования природных явлений и катастроф, до мониторинга всех окружающих нас объектов в режиме реального времени. Важную роль для автоматизированной обработки большого объема спутниковых снимков играет возможность комбинации их слоев. Это способствует ускорению их внедрения в прикладные приложения и сервисы, так как рассмотренные комбинации позволяют получить большой объем аналитической информации всего лишь за доли секунды.

Библиографический список

1. Соловьев Р. А., Тельпухов Д. В., Кустов А. Г. Автоматическая сегментация спутниковых снимков на базе модифицированной сверточной нейронной сети UNET // ИВД. 2017. № 4 (47).
2. Houska T. EarthExplorer // US Geological Survey, 2012. № 136.
3. Chrysoulakis N. et al. Copernicus for urban resilience in Europe // Scientific Reports. 2023. Т. 13. № 1. С. 16251.
4. Yunus Ali P et al. «Улучшенное батиметрическое картирование прибрежной и озерной среды с использованием изображений Sentinel-2 и Landsat-8» // Sensors. 2019. Т. 19. № 12. С. 2788.
5. Devaux N., Crestey T., Leroux C., Tisseyre B. Potential of Sentinel-2 satellite images to monitor vine fields grown at a territorial scale // OENO One. 2019. Т. 53. № 1.

АНАЛИЗ СОАВТОРСТВА РОССИЙСКИХ МАТЕМАТИКОВ

© Печников А. А.

Институт прикладных математических исследований КарНЦ РАН
Петрозаводск
pechnikov@krc.karelia.ru

Излагается ряд результатов исследования соавторства российских математиков по данным портала MathNet.Ru. Показаны возможности практического использования результатов.

Ключевые слова: соавторство, тематическое сообщество, граф.

ANALYSIS OF CO-AUTHORSHIP OF RUSSIAN MATHEMATICIANS

© Pechnikov A.

Institute of Applied Mathematical Research of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences
Petrozavodsk

A number of results of the study of co-authorship of Russian mathematicians according to the portal are presented MathNet.Ru. The possibilities of practical use of the results are shown.

Key words: co-authorship, thematic community, graph.

Научная работа представляется одним из наиболее интеллектуально требовательных и сложных видов человеческой деятельности, а взаимодействие ученых является неотъемлемой чертой современной науки. Сегодня как никогда ранее такое взаимодействие может происходить без институциональной поддержки, на уровне личного общения.

Одним из часто исследуемых направлений научного сотрудничества является соавторство, возможно, из-за изначальной очевидности определения «знакомства» ученых, что документируется самими статьями, которые они пишут. Естественной математической моделью такого сотрудничества являются графы соавторства. Изучение научных связей ученых с помощью математических методов дает возможность оценивать тенденции развития различных научных направлений, выявлять научные центры, научные школы и значимые персоны.

В докладе излагается ряд результатов исследования соавторства российских математиков по данным портала MathNet.Ru. В тезисах же мы кратко зафиксируем исходные данные, ряд полученных результатов и некоторые выводы, а о методах их получения будет более подробно рассказано в самом докладе.

Исходные данные

На математическом портале Math-Net.Ru на середину октября 2023 года фиксируется 152 издания (журналы и периодические сборники), 163949 персоналий и 336970 публикаций. Для нашего исследования были взяты «очищенные» данные для 56 ведущих российских математических журналов, которые индексируются в Math-Net.Ru полным или значительным объемом выпусков за период с 2000 по 2020 год. Это почти 62 тысячи статей, авторами которых являются около 33 тысяч ученых.

Арифметика соавторства

Множество из 32867 авторов разбиваются на 3 непересекающихся множества:

- только с соавторами 21074 человека,
- только без соавторов 5069 человек,
- с соавторами и без 6724 человека.

Доля статей, написанных группой соавторов:

- 1 автор – 54,2 %,
- 2 автора – 30,1 %,
- 3 автора – 10,51 %,
- 4 автора – 2,8 %.

Группами от одного до четырех соавторов написано 60355 статей из 61771, или 97,7 %.

Графы соавторства

Используемый здесь термин «граф соавторства» более строго следует определить как граф научного сотрудничества, построенный на основе правила: два ученых считаются связанными, если они совместно написали статью. Следовательно, это неориентированный граф без петель и кратных ребер.

Вначале мы построили графы соавторства для заданного числа соавторов $G(i)$ для i от 2 до 10. Например, $G(2)$ имеет 16618 вершин, 12460 ребер, 3079 вершин в максимальной компоненте связности (МКС) и диаметр 57. Граф $G(5)$ – 2442 вершины, 5673 ребра, 296 вершин в МКС и диаметр 13.

На втором этапе на граф $G(2)$ «наслоили» $G(3)$, получив граф $G(2-3)$ для двух и трех соавторов вместе, а далее последовательным «наслаиванием» построили $G(2-4)$, и т.д. до $G(2-10)$.

Основной результат: доля вершин, входящих в МКС, диаметр и средняя длина пути стабилизируются, когда количество соавторов достигает 4.

Сообщества

Граф $G(2-5)$, включающий всех соавторов от 2 до 5 и все связи между ними, для удобства переобозначим как $G_{so-auth}$. Исключение из рассмотрения некоторых соавторов, входящих в группы более чем из 5 человек не сильно повлияет на результаты, поскольку такими группами написано менее 2% от общего количества статей, но существенно упростит «ручную» работу по анализу информации.

Разобьем $G_{so-auth}$ на сообщества, то есть подмножества вершин, имеющие больше внутренних связей между собой, чем внешних. Наилучшее по мере модулярности разбиение достигается при 74 сообществах.

Далее для определения типа сообщества использовался следующий подход. Из множества авторов, составляющих сообщество, отбирались первые три автора, имеющие наибольшее количество соавторов в данном сообществе, а затем по информации Math-Net.Ru определялся тип сообщества, соответствующий специальности ВАК (до 2021 года). Очевидно, что сообщества могут иметь одинаковый тип и в случае необходимости дифференциации сообществ с одинаковым шифром, можно дать дополнительные уточнения, основываясь на данных Math-Net.Ru (например: дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление / теория регулярных и сингулярных возмущений).

Наибольшим по количеству участников (305) оказалось сообщество «математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Наибольшее количество сообществ (9) относится к типу «дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление». Суммарно в них значится 1015 ученых, в то время как в единственном сообществе «методы и системы защиты информации, информационная безопасность» всего 21 участник.

Вместо выводов

Практическая актуальность полученных результатов заключается в том, что применительно к российской математике показано, что последние 20 лет основные усилия были сосредоточены на традиционных фундаментальных направлениях (анализ, управление, математическая логика), а также математическом моделировании и программных комплексах. В то же время такие актуальные направления, как управление в социальных и экономических системах, робототехнические системы и

информационная безопасность представляли заметно меньший интерес. Если управляющие органы считают, что эти направления должны быть сегодня поддержаны в первоочередном порядке, то следует объявлять грантовые программы конкретно под указанные направления и при этом финансирование следует осуществлять по тематике «малые группы».

Подход реализован на примере данных из MathNet.Ru, но несложно видеть возможности его масштабирования на другие науки в случае получения достоверной информации, например, из eLibrary.

ПРИМЕНЕНИЕ ChatGPT ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ НАВЫКОВ АУДИРОВАНИЯ

© Романова Е. В., Рего Г. Э.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

romanovaptz@yandex.ru, *regoGr@yandex.ru*

В данном докладе рассматривается применение ChatGPT с целью эффективного совершенствования навыков аудирования у студентов, изучающих английский как иностранный язык. В качестве апробации предложенного плана проведено тестирование навыков аудирования до и после его выполнения. После осуществления сравнительного анализа результатов тестирования, у большинства участников исследования наблюдается совершенствование навыков аудирования.

Ключевые слова: английский язык, аудирование, ChatGPT.

USING ChatGPT TO IMPROVE LISTENING SKILLS

© Romanova E. V., Rego G. E.

Petrozavodsk State University

Petrozavodsk

This report examines the application of ChatGPT for the purpose of effectively improving listening skills in students learning English as a foreign language. To validate the proposed plan, testing of listening skills was conducted both before and after its implementation. Following a comparative analysis of the test results, an enhancement in listening skills is observed in the majority of research participants.

Key words: English language, listening, ChatGPT.

На сегодняшний день изучение английского языка является обязательным элементом образовательного процесса не только для студентов, но и для школьников. В высших учебных заведениях, включая гуманитарные, технические и естественные науки, изучение английского языка считается неотъемлемой частью учебной программы. Это связано с растущей потребностью в международных коммуникациях, обмене знаний и культуре, а также с мировыми тенденциями в интеграции и глобализации.

Навыки аудирования в английском языке считаются одними из самых сложных для освоения. Во-первых, в английском языке присутствует множество вариаций акцентов и диалектов, которые в значительной степени отличаются от академических лингвистических норм. Во-вторых, темп речи носителей языка выше темпа речи обучающихся с низким уровнем языковых компетенций. Это связано с необходимостью сознательного лексического и синтаксического анализа на начальных этапах освоения языка и может создать трудности в сегментации речи на слова и фразы. В-третьих, в разговорной речи часто используются сленг, фразеологизмы, фразовые глаголы и т.д., которые могут не иметь аналогов в родном языке и быть непонятными для обучающихся с низким уровнем языковых компетенций. В-четвертых, в устной коммуникации часто используются жесты, мимика и другие визуальные подсказки, которые облегчают понимание семантики.

Одним из инструментов, позволяющих выстроить образовательный процесс с целью совершенствования навыков аудирования, может стать языковая модель на базе технологии искусственного интеллекта ChatGPT. ChatGPT – это языковая модель, разработанная на основе архитектуры Generative Pre-trained Transformer-3.5, которая специализируется на генерации текстов для общения с

пользователем. ChatGPT уже используется как инструмент образовательного процесса [1], в том числе для изучения иностранных языков [2].

В рамках данного исследования с помощью ChatGPT был разработан учебный план, направленный на совершенствование навыков аудирования, охватывающий период длительностью одна неделя. В первый день недели рекомендуется прослушать главу из аудиокниги, воспользовавшись такими сервисами как Audible или LibriVox. По завершении прослушивания, обучающийся устно презентует ключевые моменты главы на английском языке. Во второй день необходимо прослушать новостные подкасты, например, «The Daily» от The New York Times. После этого обучающиеся выписывают сложные фразы и выражения из подкаста. Далее, в течение недели прослушиваются разнообразные аудиоматериалы, включая TED-лекции, песни на английском, короткие диалоги, аудиокурсы и фильмы.

Представленные задания способствуют расширению словарного запаса, улучшению понимания разнообразных форм диалогов. В завершение недели, ChatGPT рекомендует синтезировать аспекты развлечения и образования, просматривая фильмы или сериалы на английском с последующим обсуждением содержания, что способствует развитию разговорных навыков и анализу диалоговой речи. С подробным планом обучения, который был сгенерирован в ходе исследования, можно ознакомиться по ссылке https://github.com/Messir1995/ChatGPT_learning_English.

С целью оценки точности и эффективности использования ChatGPT в контексте развития навыков аудирования было проведено экспериментальное исследование. В ходе эксперимента было отобрано десять студентов, обучающихся в Институте иностранных языков по специальности «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) Образование в предметных областях (Немецкий язык и Английский язык)». На первом этапе исследования осуществлялась реализация аудиторного теста, включающего задание на соотнесение прослушанного высказывания с заголовком и задание на оценку достоверности информации. Были использованы материалы из банка заданий Единого государственного экзамена (ЕГЭ).

ЕГЭ по английскому языку в компоненте, посвященной аудированию, представляет собой задания, направленные на оценку компетенции в области аудиального восприятия. Эти задачи обладают вариативностью, но в целом подразделяются на следующие категории: 1. Прослушивание бесед, диалогов и монологов. 2. Задания на заполнение пропусков (экзаменуемые слушают запись, в которой некоторые фрагменты текста отсутствуют). 3. Прослушивание аудиотекстов (экзаменуемые отвечают на вопросы о содержании аудиотекстов, основных идеях, аргументации и т. д.). 4. Сопоставление информации. Экзаменуемым предоставляются разные источники информации (например, мнения людей, статистика, факты), необходимо сопоставить их и выбрать правильные утверждения.

В рамках второй фазы исследования предусматривалось ежедневное выполнение участниками эксперимента заданий в соответствии с планом, который был составлен с помощью ChatGPT. Завершающим этапом исследования являлось повторное выполнение теста с заданиями, измененными по сравнению с первым тестом. После этого был выполнен сравнительный анализ результатов, представленный в таблице №1.

Таблица 1

Результаты тестирования участников исследования до и после выполнения учебного плана

Номер участника исследования	Результаты тестирования до выполнения учебного плана		Сумма баллов за тест до выполнения учебного плана	Результаты тестирования после выполнения учебного плана		Сумма баллов за тест после выполнения учебного плана
	Задание № 1	Задание № 2		Задание № 1	Задание № 2	
1	3	2	5	3	3	6
2	0	2	2	1	2	3
3	0	1	1	0	2	2
4	2	2	4	3	2	5
5	3	4	7	2	4	6
6	0	2	2	1	2	3
7	2	1	3	3	1	4
8	3	1	4	2	2	4
9	0	3	3	1	3	4
10	1	0	1	1	3	4

У восьми участников исследования сумма баллов после выполнения учебного плана увеличилась. В то же время у одного участника она осталась неизменной. Также у одного участника результаты теста ухудшились. Это может свидетельствовать о том, что учебный план оказал разное воздействие на участников и может потребовать дополнительного анализа, чтобы понять, почему произошли именно такие изменения в результатах тестирования.

В ходе проведения исследования была изучена возможность применения языковой модели на базе технологии искусственного интеллекта ChatGPT для составления плана занятий с целью развития навыков аудирования в иностранном языке. После осуществления сравнительного анализа результатов тестирования до и после реализации учебного плана, у большинства участников исследования наблюдается совершенствование навыков аудирования. Следовательно, можно сформулировать вывод об эффективности использования ChatGPT для планирования образовательного процесса. Тем не менее, необходимо учитывать индивидуальные особенности обучающихся, которые обладают недостаточным уровнем языковой компетенции. В дальнейшем планируется изучить применение ChatGPT для индивидуализации образовательного процесса.

Библиографический список

1. Ивахненко Е. Н., Никольский В. С. ChatGPT в высшем образовании и науке: угроза или ценный ресурс? // Высшее образование в России. 2023. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/chatgpt-v-vysshem-obrazovanii-i-nauke-ugroza-ili-tsennyu-resurs> (дата обращения 29.10.2023).
2. Лавриненко И. Ю. Использование чат-ботов GPT в процессе обучения английскому языку в неязыковом вузе: теоретический аспект // Вестник СИБИТа. 2023. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-chat-botov-gpt-v-protseesse-obucheniya-angliyskomu-yazyku-v-neyazykovom-vuze-teoreticheskiy-aspekt> (дата обращения 29.10.2023).

ОБЗОР СРЕДСТВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ И СЕНСОРИКИ КОЛЕСНЫХ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ

© Рудковский К. Е., Корзун Д. Ж.
Петрозаводский государственный университет
Петрозаводск
rudkovskii.k333@gmail.com, dkorzun@cs.karelia.ru

Представлена классификация симуляторов, пригодных для моделирования функционирования колесных роботов. Произведен обзор существующих типов программных симуляторов. Отобраны наиболее популярные программные пакеты для каждого выделенного класса. Выполнен анализ условий применения программных пакетов для каждого из представленных классов симуляторов.

Ключевые слова: колесный робот, бездорожье, компьютерный симулятор.

REVIEW OF SIMULATION MODELING TOOLS FOR MOVEMENT AND SENSING OF WHEELED MOBILE ROBOTS

© Rudkovskii K. E., Korzun D. G.
Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

A classification of simulators suitable for modeling the functioning of wheeled robots is presented. A review of existing types of software simulators is provided. The most popular software packages for each selected class have been selected. The applicability analysis is presented for using software packages for each of the presented classes of simulators are given.

Key words: wheeled robot, off-road, computer simulator.

Дальнейшая автоматизация техногенной среды, окружающей современного человека, невозможна без разработки алгоритмов, хотя бы пародирующих когнитивные способности человеческого разума. В частности, задача разработки беспилотной колесной специальной техники, выполняющей задачи в условиях бездорожья, требует разработки таких алгоритмов. Существующие и, вероятно, пер-

спективные алгоритмы искусственного интеллекта требуют и будут требовать больших объемов данных для их обучения, получить которые с реального транспортного средства не всегда возможно. Следовательно, необходимо активно использовать и развивать программы имитационного моделирования, позволяющие хотя бы частично удовлетворить аппетит интеллектуальных систем [1].

В рамках доклада мы рассмотрим существующие варианты симуляторов, которые мы учитывали в наших исследованиях по разработке колесного мобильного внедорожного робота [2].

Программы-симуляторы можно разделить на игровые, научные и специализированные.

Игровые симуляторы предназначены для создания правдоподобной графики и достоверных физических эффектов. Физика в таких программах просчитывается с учетом необходимости работы симуляции в реальном времени, вследствие чего может ухудшаться точность. Достоинствами игровых симуляторов являются хорошая графика и высокое качество самих программ, ввиду их активной эксплуатации геймерским сообществом. В качестве примеров можно привести такие игровые симуляторы (движки) как Unity3D [3], Unreal Engine, Godot [4].

Научные симуляторы ориентированы на получение как можно более точных значений физических параметров. Такие системы, как правило, не функционируют в реальном времени. В качестве примеров можно привести такие пакеты как Ansys [5], CalculiX [6], OpenFOAM.

Специализированные симуляторы предназначены для моделирования перемещения роботов и генерации правдоподобных данных от сенсоров робота. Данные с датчиков, генерируемые системой, должны включать в себя шумы и помехи, случайные выбросы, свойственные реальным физическим датчикам. Также специализированные симуляторы должны обеспечивать удобную возможность писать управляющий роботом код, который без особых изменений можно встраивать в реальный робот. В качестве примеров можно привести: Gazebo [7], Webots, V-REP [8].

Для удобства выбора класса симулятора, оптимального для решения конкретной задачи, в таблице 1 представлено ранжирование симуляторов по каждому из параметров.

Таблица 1

Рейтинг симуляторов каждого класса по параметрам (1–3 место)

Тип симулятора	Игровой	Научный	Специализированный
Качество графики	1	3	2
Работа в реальном времени	1	3	1
Точность физических вычислений	3	1	3
Наличие виртуальных датчиков	2	3	1
Простота использования	1	3	2
Близость к железу робота	2	3	1
Наличие комьюнити	1	3	2

Подводя окончательный итог, можно констатировать, что для обеспечения разработки программного обеспечения, которое планируется непосредственно встраивать в создаваемый робот, оптимальным выбором будет использование специализированного симулятора. Если поставлена задача разработки новых алгоритмов управления, наилучшим выбором представляются игровые симуляторы, поскольку позволяют достаточно просто получать идеализированную телеметрию и не концентрироваться на вопросах обработки сигнала, также можно отметить возможность получения качественных видеоданных, богатый набор ассетов. В особо сложных, специфических случаях, в которых важно иметь точную модель поведения транспортного средства, например, для моделирования перемещения вездехода по глубокому болоту, необходимо использовать научные симуляторы.

Библиографический список

1. Han X., Lai Y., Wu H. A Path Optimization Algorithm for Multiple Unmanned Tractors in Peach Orchard Management // *Agronomy*. 2022. Т. 12. № 4. С. 856.
2. Галактионов О. Н. и др. О конструкции колесного шасси и сенсорной системы для автономного движения по труднопроходимой местности с преодолением и обходом препятствий при выполнении лесохозяйственных работ // *Экстремальная робототехника* Учредители: Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики. 2022. Т. 1. № 1. С. 35–45.
3. Li Y. et al. Navigation simulation of a Mecanum wheel mobile robot based on an improved A* algorithm in Unity3D // *Sensors*. 2019. Т. 19. № 13. С. 2976.

4. Pose S. et al. AI-Prepared Autonomous Freshwater Monitoring and Sea Ground Detection by an Autonomous Surface Vehicle // *Remote Sensing*. 2023. Т. 15. № 3. С. 860.
5. Afaq M., Jebelli A., Ahmad R. An Intelligent Thermal Management Fuzzy Logic Control System Design and Analysis Using ANSYS Fluent for a Mobile Robotic Platform in Extreme Weather Applications // *Journal of Intelligent & Robotic Systems*. 2023. Т. 107. № 1. С. 11.
6. Hondo T. et al. Numerical and Experimental Investigations on Cross-sensitivity characteristics of instrumented wheelset associated with longitudinal force and lateral contact position // *Journal of Computational and Nonlinear Dynamics*. 2022. Т. 17. № 5. С. 051011.
7. Сидоренко А. В., Солoduхо Н. А. Огибание препятствий при перемещении мобильного робота // *Системный анализ и прикладная информатика*. 2023. № 1. С. 4–9.
8. Apriaskar E. et al. Autonomous Mobile Robot based on BehaviourBased Robotic using V-REP Simulator–Pioneer P3-DX Robot // *Jurnal Rekayasa ElektriKa*. 2020. Т. 16. № 1.

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ОБЛАСТИ «ОБЪЯСНИМЫЙ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ»

© Садиех С. А., Рогов А. А.

Петрозаводский государственный университет
Петрозаводск
sad.sabrina.d@yandex.ru

Область объяснимый искусственный интеллект (explainable AI, XAI) является относительно новой областью для научных исследований. В настоящий момент методы интерпретации алгоритмов искусственного интеллекта покрывают большинство решаемых задач на различных модальностях данных. Кроме того, понимание адекватности прогнозов выражено стадией оценки модели – одним из шагов концепции CRISP-DM (Cross-Industry Standard Process for Data Mining). В общем случае, данный шаг не является шаблонным. Чтобы интерпретировать модель согласно задаче, исследователи чаще всего опираются на соответствующие state-of-art работы. В докладе приводится описание системы, направленной на облегчение внедрения методов для объяснения прогнозов алгоритмов в обязательный шаг концепции CRISP-DM.

Ключевые слова: объяснимый искусственный интеллект, интерпретируемый искусственный интеллект, объяснимое машинное обучение, интерпретируемое глубокое обучение.

DEVELOPMENT OF AN EXPERT SYSTEM FOR INFORMATION SUPPORT IN THE FIELD OF «EXPLAINABLE ARTIFICIAL INTELLIGENCE»

© Sadiekh S. A., Rogov A. A.

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

The field of explainable artificial intelligence (XAI) is a relatively new area of scientific research. At the moment, methods for interpreting artificial intelligence algorithms cover most of the problems solved on various data modalities. In addition, the understanding of the adequacy of forecasts is expressed by the model evaluation stage – one of the steps of the CRISP-DM (Cross-Industry Standard Process for Data Mining) concept. In general, this step is not standard. To interpret the model according to the task, researchers most often rely on relevant state-of-art works. The report describes a system aimed at facilitating the implementation of methods for explaining algorithm predictions into a mandatory step of the CRISP-DM concept.

Key words: explainable artificial intelligence, interpretable artificial intelligence, explainable machine learning, interpretable deep learning.

При проектировании «прозрачной» модели, исследователи могут пойти двумя путями: использовать модель, которая изначально предоставляет понятные результаты, или применять специализированные методы к «черному ящику». Во втором случае исследователь, особенно решая задачу впервые, чаще всего обращается к поиску соответствующих state-of-art работ и публикаций. Область explainable ai, как самостоятельная область научных исследований, является новой, и с точки зрения

процессов формирования научной области, проходит стадию становления. Данный факт приводит к трудностям при отслеживании и анализе литературы [1]. Заметим, что существуют фреймворки, обеспечивающие возможность интерпретации модели для различных задач и типов данных [2].

Целью исследования является обеспечение облегчения повсеместного внедрения шага объяснения модели в обязательную часть интеллектуальной обработки данных. Для этого разработана специализированная программная среда (экспертная система), направленная на упрощение приведения исследователя к конкретному методу интерпретации. Демонстрационная версия разрабатываемого в виде классификационной части доступна по ссылке [3].

Реализация системы в настоящее время предполагает наличие двух компонент: классификационной и интеллектуальной. Классификационная компонента в настоящее время частично разработана и доступна на основе проведенного ранее и уточняющегося в настоящий момент анализа литературы. На основе анализа было отмечено, что подбор метода для объяснения модели в наибольшей степени зависит от типа данных, на которых обучена модель. Для уменьшения пересечений между методами было принято решение разделить их на две категории: те, что выдают в численном формате коэффициенты, и те, что предоставляют визуальное представление результатов.

Такое разделение позволило приступить к реализации классификационной части в виде интерактивной таблицей, которая позволит исследователю выбирать подходящий метод интерпретации в зависимости от типа модели и выходных данных, которые он использует.

Интеллектуальная компонента на данный момент находится на стадии проектирования. Предполагается реализация интеллектуальной части в виде глубокой модели, способной классифицировать задачи в области объяснимого искусственного интеллекта. Предлагается шесть возможных классов для этой классификации:

1. DRL (Deep Reinforcement Learning) – задачи, связанные с применением объяснимого искусственного интеллекта в контексте обучения с подкреплением.
2. Conception of XAI – задачи, фокусирующиеся на определениях и аксиоматике в области объяснимого искусственного интеллекта, в том числе данная категория будет включать задачи, посвященные вопросам объяснимости в правовых и этических аспектах искусственного интеллекта.
3. New Approach/Model – задачи, направленные на разработку интерпретируемых моделей и новых методов в этой области.
4. Inner Analysis of Model – задачи, связанные с внутренним анализом характеристик модели.
5. XAI and LLM – отдельная категория, связанная с применением языковых моделей к объяснимым системам.
6. Benchmark – задачи, связанные с проведением тестов на производительность, включающие в себя наборы данных, аксиоматику и другие аспекты, характерные для данной области.

Таким образом, при взаимодействии с экспертной системой, пользователь сможет получать релевантные ключи и категории для дальнейшего уточнения при поиске литературы. Задачей пользователя будет предоставление задачи на естественном языке, согласно традиционному шаблону написания аннотации к статье.

На текущий момент продолжается работа над разметкой данных, представленных аннотациями к научным статьям по теме объяснимого искусственного интеллекта, выпущенным за последние 5 лет. Проведенный анализ собранного корпуса из 6471 статьи выявил, что, несмотря на простоту идеи датасета, есть две трудоемкие задачи: ручная обработка и разметка данных. Ручная предобработка необходима для улучшения контекстной адекватности корпуса и обеспечения полноты словаря по базовым методам и связанным с ними терминам, а разметка данных сопряжена с новизной задачи.

Проект осуществляется при поддержке гранта от «Фонд содействия инновациям» по программе УМНИК-22 в республике Карелия.

Библиографический список

1. Interpretable Machine Learning: Fundamental Principles and 10 Grand Challenges // arxiv.org URL: <https://arxiv.org/pdf/2103.11251.pdf> (дата обращения 12.11.2023).
2. Control Processes and Stability. Vol. 10. No 1. // dspace.spbu.ru URL: <http://hdl.handle.net/11701/41728> (дата обращения 12.11.2023).
3. Automatic selection of the explanation method for your task. // URL: <https://sadsabrina-streamlit-xai-table-app-5uq64s.streamlit.app> (дата обращения 12.11.2023).

ЛОКАЛИЗАЦИЯ СТАРТОВЫХ НОМЕРОВ СПОРТСМЕНОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ

© Смирнов Н. В., Сенева А. К.

Петрозаводский государственный университет
Петрозаводск
smirnovn@petsu.ru, aavenes@gmail.com

В работе разработана модель локализации стартовых номеров спортсменов. Приведены метрики тестирования модели.

Ключевые слова: локализация объектов, Yolo, компьютерное зрение.

LOCALIZATION OF ATHLETES' STARTING NUMBERS IN IMAGES

© Smirnov N. V., Seneva A. K.

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

The localization of athletes' starting numbers model was developed in the paper. Model testing metrics are provided.

Key words: object localization, Yolo, computer vision.

В исследовании рассмотрена задача локализации стартовых номеров спортсменов на изображениях со спортивных соревнований. Актуальность исследования обоснована тем, что локализация стартовых номеров позволяет решать задачи распознавания цифр номера и идентификации человека на изображении, что обуславливает возможность автоматизации процесса разметки большого количества фотографий.

Изображения могут содержать одного или нескольких спортсменов в разных позах. Каждый спортсмен имеет стартовый номер, который нанесен на карточку или майку. Среди средств для детектирования и локализации объектов на изображении можно выделить нейронную сеть Yolo [1; 2], контурный анализ [3; 4] и сегментация на основе порогового значения [5]. Для локализации людей на изображении была выбрана нейросеть YOLOv5¹, так как она продемонстрировала большие значения метрик в этой задаче [6; 7]. Пример результата работы YOLOv5 приведен на рис. 1.

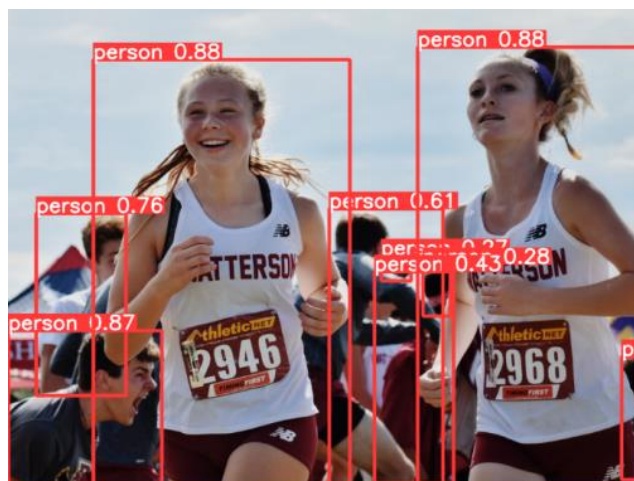


Рис. 1. Локализация номера пороговыми методами

В задаче локализации стартового номера был апробирован подход, включающий сегментацию изображения по пороговому значению с предварительным использованием морфологических фильтров. Многочисленные эксперименты показали, что невозможно подобрать один набор модельных

¹ GitHub [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/ultralytics/yolov5> (дата обращения 29.10.2023).

параметров для локализации номера на изображениях с различными фонами и со стартовыми номерами разного цвета (рис. 2¹).

В задаче локализации стартового номера также была протестирована нейронная сеть YOLOv5. Для обучения YOLO на нахождение на изображении стартовых номеров был создан и размечен датасет из 1200 изображений с летних и зимних спортивных мероприятий, в состав датасета были также включены изображения без стартовых номеров. Датасет был разделен на три выборки train/val/test по 960/120/120 изображений соответственно. Модель была дообучена на обнаружение номеров двух типов (примеры которых на рис. 2):

- стартовые номера на карточках;
- стартовые номера на майках.

Для оценки качества работы модели использовались метрики Intersection over Union (IoU) (1) и $f1^2$. Метрика IoU позволяет оценить площадь пересечения верных и полученных моделью границ номера. Вычисляется эта метрика как отношение площади пересечения предсказанной и достоверной масок к площади их объединения:

$$IoU = \frac{TP}{TP + FP + FN}, \quad (1)$$

где TP – количество пикселей, верно классифицированных как находящихся на стартовом номере, FP – количество пикселей, ложно классифицированных как находящихся на стартовом номере, FN – количество пикселей, ложно классифицированных как находящихся не на стартовом номере.



Рис. 2. Локализация номера пороговыми методами

Для расчета $f1$ был передан массив с верными метками:

- 0 для изображений без стартового номера;
- 1 для изображений со стартовым номером на майке;
- 2 для изображений со стартовым номером на карточке.

А также массив предсказанных значениями меток:

- 0, если на изображении не найден номер или найдена слишком малая его часть (IoU меньше порогового значения);
- 1, если на изображении найден стартовый номер на майке и IoU не меньше порогового значения;
- 2, если на изображении найден стартовый номер на карточке и IoU не меньше порогового значения.

На рис. 3 приведена матрица метрик разработанной модели при пороговом значении IoU равном 0,5.

¹ Фестиваль зимних видов спорта KareliaSkiFest 7.0. [Электронный ресурс]. URL: <https://vk.com/kareliaskifest>. Забег в Питкяранте – день рождения завода [Электронный ресурс]. URL: <https://vk.com/zabegpitkyaranta> (дата обращения 29.10.2023).

² Scikit-learn: Machine learning in Python [Электронный ресурс]. URL: https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.metrics.f1_score.html (дата обращения 29.10.2023).

	precision	recall	f1-score	support
нет номера	0.83	1.00	0.91	20
номер на майке	1.00	0.98	0.99	50
номер на карточке	1.00	0.94	0.97	50
accuracy			0.97	120
macro avg	0.94	0.97	0.96	120
weighted avg	0.97	0.97	0.97	120

Рис. 3. Матрица метрик

Полученные при различных пороговых значениях метрики IoU средние взвешенные значения метрики f1 представлены в таблице 1. Найдено наибольшее пороговое значение IoU, равное 0.5, при котором обеспечивается максим усредненной взвешенной метрике f1.

Таблица 1

Значения метрики F1 для дообученной YOLO

Пороговое значение IOU	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
F1	0.968	0.968	0.968	0.968	0.968	0.960	0.952	0.915	0.726

На рис. 4 представлены примеры результата работы дообученной модели YOLO.

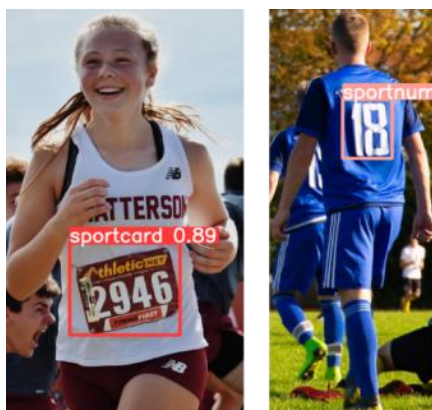


Рис. 4. Локализация номера с помощью Yolo

В результате исследования разработана модель для локализации стартовых номеров спортсменов на основе нейронной сети YOLOv5. Модель обеспечила высокую точность локализации стартовых номеров спортсменов. В продолжении исследования планируется разработка модели для распознавания конкретных цифр на стартовом номере с целью идентификации спортсменов на изображениях.

Библиографический список

1. Jamtsho Y., Riyamongkol P., Waranusast R. Real-time Bhutanese license plate localization using YOLO // ICT Express. 2020. Vol. 6. P. 121–124.
2. Jamtsho Y., Riyamongkol P., Waranusast R. Real-time license plate detection for non-helmeted motorcyclist using YOLO // ICT Express. 2021. Vol. 7. P. 104–109.
3. Abolghasemi V., Ahmadyfard A. An edge-based color-aided method for license plate detection // Image and Vision Computing. Vol. 27. 2009. P. 1134–1142.
4. Priyadharsini R., Sree Sharmila T. Object Detection In Underwater Acoustic Images Using Edge Based Segmentation Method // Procedia Computer Science. 2019. Vol. 165. P. 759–765.
5. Обнаружение и извлечение текста из изображения с помощью Python [Электронный ресурс]. URL: <https://medium.com/nuances-of-programming/обнаружение-и-извлечение-текста-из-изображения-с-помощью-python-ae178219e8b9> (дата обращения 21.12.2022).
6. Тимошкин М. С., Миронов А. Н., Леонтьев А. С. Сравнение YOLOv5 и Faster R-CNN для обнаружения людей на изображении в потоковом режиме // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. Vol. 6. P. 137–146.
7. Hou C. The Application of Human Detection Based on YOLOv5 // Highlights in Science, Engineering and Technology. 2023. Vol. 34. P. 203–208.

«АНТРЕСОЛИ» – ФАЙЛОВОЕ ХРАНИЛИЩЕ КОМПЛЕКСА МНОГОПЛАНОВОЙ ПОДДЕРЖКИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ФТИ

© Соловьев А. В.

Петрозаводский государственный университет
Петрозаводск
avsolov@petrsu.ru

В работе демонстрируются возможности свободного вики-движка MediaWiki как системы управления контентом для организации структурированного хранилища медиафайлов для образовательного процесса с возможностью хранения машиночитаемой метаинформации. На основе MediaWiki создана подсистема «Антресолы» для Комплекса многоплановой поддержки образовательного процесса в физико-техническом институте ПетрГУ.

Ключевые слова: вики, информационно-образовательная среда, хранилище с машиночитаемой метаинформацией.

«ENTRESOL» – FILE STORAGE OF THE COMPLEX OF MULTIFACETED SUPPORT FOR THE EDUCATIONAL PROCESS AT THE INSTITUTE OF PHYSICS AND TECHNOLOGY

© Soloviev A. V.

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

The work demonstrates the capabilities of the free wiki engine MediaWiki as a content management system for organizing a structured storage of media files for the educational process with the ability to store machine-readable metainformation. Based on MediaWiki, the «Entresol» subsystem was created for the Complex of multifaceted support for the educational process at the Institute of Physics and Technology of PetrSU.

Key words: wiki, information and educational environment, storage with machine-readable metainformation.

Разработанный студентами и сотрудниками кафедры информационно-измерительных систем и физической электроники в 2006 г. Комплекс многоплановой поддержки образовательного процесса (КОМПОТ) уже более 16 лет успешно применяется в физико-техническом институте (ФТИ) ПетрГУ. В состав комплекса входят:

- система централизованной авторизации и аутентификации пользователей на основе сервера Samba [1];
- сетевая файловая система OpenAFS [1];
- сервис электронной почты [1];
- веб-сервис по текущему учету успеваемости студентов «Кондуиты» [2];
- система онлайн-тестирования знаний iq.karelia.ru [3];
- а также другие веб-сервисы для поддержки образовательных и научно-исследовательских процессов в институте (вычислительный кластер «Лусидор» [4], система учета публикаций [5], система видеоконференцсвязи на основе OpenMeetings [6] и др.).

Комплекс составлен из компонентов, являющихся свободным программным обеспечением (за исключением Windows Terminal-сервера).

Актуальной для развития комплекса задачей является создание подсистемы для хранения различных документов, возникающих в процессе образовательной деятельности (отчетов по практикам, курсовых проектов и т. п.). Такая подсистема должна иметь веб-интерфейс, реализовывать простые средства управления контентом и допускать интеграцию с системой авторизации и аутентификации КОМПОТ. Эта подсистема получила название «Антресолы» (*Entresol*).

В качестве инструмента для реализации «Антресолей» был выбран движок MediaWiki (<https://www.mediawiki.org>). Этот движок относится к системам управления контентом типа «вики». Идеология «вики» подразумевает изменение содержимого сайта самими посетителями сайта непосредственно в окне браузера. Для оформления страниц используется особый язык разметки (вики-разметка), отличающийся простотой и легкостью форматирования структурных элементов и гиперссылок в содержимом страниц. Вики-системы предусматривают появление изменений сразу после их

внесения и в то же время ведут детальный учет всех изменений, что дает возможность сравнения редакций и возможность легко откатить страницу к любой ранней версии. Это соответствует принципу «исправлять легче, чем портить». Классическая концепция «вики» предусматривает, в том числе и анонимное редактирование страниц, однако движок MediaWiki имеет развитую систему контроля доступа с возможностью детального регламентирования операций для пользователей разных классов.

Движок MediaWiki поставляется с плагином аутентификации LDAPAuthentication, позволяющим аутентифицировать пользователя через LDAP. Этот плагин был настроен на использование LDAP-сервера в составе КОМПЮТ. Таким образом, для пользователя, зарегистрированного в КОМПЮТ, автоматически генерируется учетная запись MediaWiki. Другие возможности генерации учетных записей в «Антресолях» отключены. Система контроля доступа была настроена на запрет просмотра и изменения страниц для неаутентифицированных пользователей. Также была создана и настроена группа «Персонал», членам которой даны права на изменение страниц вики. Включение учетных записей в группу «Персонал» осуществляется администратором.

Для группирования тематически объединенных страниц в MediaWiki используется механизм категоризации: страницам проекта может быть назначен один или несколько атрибутов «категория» с определенным значением. Взаимосвязь категорий друг с другом образует граф. Категории могут быть выстроены в ациклический граф – дерево, что обычно и практикуется в вики-проектах. Однако движок такую структуру не ограничивает, поэтому граф категорий может иметь и петли (хотя на практике полезность такого графа категорий сомнительна). В «Антресолях» категоризация используется для атрибутирования страниц и медиафайлов по учебным годам, направлениям обучения и дисциплинам.

Унифицированное оформление страниц и описаний медиафайлов реализуется механизмом вики-шаблонов – специальными страницами, которые содержат параметризованное описание вики-разметки определенного контента. При обращении к шаблону со страниц в основном пространстве сайта вики-движок вставляет в это место страницы содержимое страницы-шаблона с подставленными параметрами. Концепция вики-шаблонов эквивалентна концепции пользовательских функций в традиционных языках программирования. Такая определенная пользователем «функция» получает и обрабатывает параметры и на их основе генерирует какой-то вики-текст. Также в движке MediaWiki предусмотрено использование языка описания сценариев Lua для манипуляции кодом вики-разметки в шаблонах и на основных страницах сайта.

В «Антресолях» при помощи вики-шаблонов было реализовано унифицированное описание хранимых студенческих файлов-отчетов. Это унифицированное описание включает, кроме ФИО и названия отчета, номер студенческой группы, дисциплину, год аттестации и т. п., и в дальнейшем может быть использовано для извлечения машиночитаемой информации и автоматизированной обработки.

В 2022 году подсистема «Антресоли» была внедрена в КОМПЮТ и использована в образовательном процессе. В подсистеме размещались отчеты по учебной ознакомительной практике студентов 1 года обучения магистратуры по направлению 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника» и курсовые проекты по дисциплине «Операционные системы» студентов 4 года обучения бакалавриата по направлению 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника».

Внедрение подсистемы «Антресоли» способствует снижению «бумажной» составляющей в документообороте образовательного процесса. Централизованное хранилище электронных отчетов студентов в дальнейшем может быть задействовано для извлечения машиночитаемой информации, составления аналитических отчетов, полнотекстового поиска и т. п.

Библиографический список

1. Соловьев А. В. Опыт миграции ядра аутентификации и авторизации информационно-образовательной среды с OpenLDAP и Kerberos на Samba [Текст] // Вестник науки и образования Северо-Запада России. 2020. Т. 6. № 4. С. 50–56.
2. Мошевикин А. П., Соловьев А. В. Web-сервис учета посещаемости и успеваемости «Кондуиты» // Материалы научно-метод. конф. «Университеты в образовательном пространстве региона: опыт, традиции и инновации» (21–23 ноября 2007 г.). Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2007. Ч. II (Л–Я). С. 117–118.
3. Балашов Д. И. Использование системы онлайн-тестирования знаний iq.karelia.ru для проведения вступительных испытаний при приеме в магистратуру физико-технического института ПетрГУ [Текст] / Д. И. Балашов, А. П. Мошевикин, А. В. Соловьев // Цифровые технологии в образова-

нии, науке, обществе: материалы XI(1) всеросс. научно-практ. конф. (27–30 ноября 2017 г.). Петрозаводск, 2017. С. 13–16.

4. Соловьев А. В. Вычислительный кластер «Лусидор» как элемент информационно-образовательной среды Физико-технического института ПетрГУ [Текст] / А. В. Соловьев, С. А. Кипрушкин // Ученые записки Института социальных и гуманитарных знаний. Казань: Юниверсум, 2019. № 1 (17). С. 467–472.
5. Никитин С. А. Система учета публикаций [Текст] / С. А. Никитин, А. В. Соловьев // Университеты в образовательном пространстве региона: опыт, традиции, инновации: Материалы научно-методической конференции (16–17 февраля 2010 г.) / ПетрГУ. Петрозаводск, 2010. Ч. II (Л–Я). С. 57–60.
6. Соловьев А. В. Опыт использования платформы OpenMeetings для организации дистанционного обучения [Текст] // Цифровые технологии в образовании, науке, обществе: материалы XIV всероссийской научно-практической конференции (1–4 декабря 2020 года). Петрозаводск, 2020. С. 153–156.

БОТ ДЛЯ УЧЕТА МОБИЛЬНЫХ ЗАГРУЗОК ИЗОБРАЖЕНИЙ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ НА ВИКИСКЛАД

© Соловьев А. В.

Петрозаводский государственный университет
Петрозаводск
avsolov@petsu.ru

В работе описана программа для неинтерактивной обработки свободных изображений в хранилище Викисклада, позволяющая получать из описания загруженного файла идентификатор привязанной сущности Викиданных, извлекать из сущности Викиданных номер в базе данных Викигида и автоматически добавлять полученный номер в шаблон культурного наследия в описание загруженного файла.

Ключевые слова: неинтерактивная обработка изображений, Викисклад.

BOT FOR TRACKING MOBILE UPLOADS OF IMAGES OF CULTURAL HERITAGE SITES TO WIKIMEDIA COMMONS

© Soloviev A. V.

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

The paper describes a program for non-interactive processing of free images in the Wikimedia Commons. The program obtains the identifier of a linked Wikidata entity from the description of an uploaded file, extracts a number in the Wikivoyage database from the Wikidata entity, and automatically add the resulting number to the cultural heritage template in the description of the uploaded file.

Key words: non-interactive image processing, Wikimedia Commons.

Викисклад – свободное хранилище изображений, звукозаписей, видеороликов и других мультимедийных файлов, используемых в проектах «Викимедиа» и за их пределами. Викиданные – свободная совместно редактируемая база знаний, реализующая концепцию семантической паутины, позволяющая централизованно хранить различные факты, используемые в проектах «Викимедиа» и за их пределами. Викигид – русскоязычный раздел открытого многоязычного вики-проекта Wikivoyage по созданию туристических путеводителей. Особенностью Викигида среди разделов Wikivoyage на других языках является создание базы достопримечательностей России, состоящей не только из официальных объектов культурного наследия (ОКН), но и выявленных объектов, а также объектов, обладающих признаками ОКН [1].

Викисклад поддерживает различные способы загрузки файлов. Один из них – при помощи свободного мобильного приложения «Викисклад». Особенностью такой загрузки является использование сведений об изображенном объекте из Викиданных. Это позволяет формировать машиночитаемое описание мультимедийного файла. Объект в Викиданных идентифицируется по номеру (здесь обозначается WDID). Среди фактов, описывающих объект, может быть указано утверждение с номе-

ром из базы культурного наследия Викигида (здесь обозначается KNID). Для того, чтобы медиафайл мог быть использован для иллюстрирования базы данных Викигида, необходимо, чтобы в его описании был указан KNID. Однако мобильное приложение «Викисклад» не поддерживает такой параметр (в разных языковых разделах по-разному ведется учет ОКН и нет единообразного способа).

Данная работа посвящена разработке программы WDID2KIND [2], которая просматривает свежие загрузки на Викисклад, сделанные с помощью мобильного приложения, выявляет среди них файлы, привязанные к Викиданным и иллюстрирующие объекты культурного наследия России, проставляет в описании этих файлов шаблон культурного наследия с идентификатором Викигида (KNID). Программа разработана на языке PHP и пригодна для неинтерактивного исполнения в серверных средах Unix или Windows.

Работа приложения начинается с запроса к MediaWiki REST API Викисклада для получения списка файлов, входящих в категорию «Uploaded_with_Mobile/Android». При каждом запуске в отдельном файле состояния сохраняется текущее время. В запрос добавляется параметр, ограничивающий список файлами, изменившимися после указанной даты (\$TS). В качестве такой даты используется время предыдущего запуска.

```
$BASE_URL?action=query&
format=json&
list=categorymembers&
cmlimit=10&
cmsort=timestamp&
cmstart={$TS}000000&
cmtitle=$CATEGORY
```

Для каждого файла запрашивается его описание в виде вики-разметки. Файлы, привязанные к объекту Викиданных, содержат шаблон {{On Wikidata|...}}, параметр которого является идентификатором объекта WDID. Кроме того, проверяется наличие шаблона {{Cultural Heritage Russia|...}}, вызывающего фотографию к ОКН по номеру KNID.

Если в описании файла отсутствует WDID или присутствуют оба идентификатора, такой файл пропускается.

Далее происходит запрос к Викиданным для получения JSON-представления необходимого объекта Викиданных:

```
https://www.wikidata.org/wiki/Special:EntityData/$wdid.json
```

В этом представлении выделяется утверждение P1483, связывающее объект с идентификатором ОКН в списках Викигида (KNID). Если утверждение отсутствует, файл пропускается. В противном случае в описание файла на Викискладе вставляется шаблон {{Cultural Heritage Russia|...}} с полученным идентификатором KNID.

Предусмотрено эширование полученных объектов Викиданных для сокращения количества HTTP-запросов: часто встречается ситуация, когда фотографии одного и того же объекта следуют серией.

Кроме того, предусмотрен «черный список» файлов. Если впоследствии обнаружится, что шаблон ОКН в файл добавлен ошибочно, то такой файл заносится в «черный список» и в дальнейшем программой не обрабатывается.

Разработанное программное средство запускается периодически. Обычный интервал – раз в неделю. Во время фотоконкурса «Вики любит памятники» – каждый день. Для выполнения изменений файлов на Викискладе получены права «бота».

Таким образом, реализована программа для добавления в описание свежих загрузок Викисклада, сделанных при помощи мобильного приложения, шаблона культурного наследия с номером в базе данных Викигида на основе утверждения из сущности Викиданных, привязанной к данному изображению. Благодаря этому программа обеспечивает согласованность галерей и категорий Викисклада в части иллюстрирования объектов культурного наследия из списков Викигида.

Библиографический список

1. Соловьев А. В. Сервис экспорта и обновления сведений об объектах культурного наследия как элемент семантической паутины [Текст] // Вестник науки и образования Северо-Запада России. 2022. Т. 8. № 3. С. 57–68.
2. WDID2KNID [Текст]: свид-во о гос. регистрации программы для ЭВМ / А. В. Соловьев; заявитель и правообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петрозаводский государственный университет». № 2023682527; заявл. 18.10.2023; опубл. 26.10.2023. 1 с.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ VR-ТРЕКЕРОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ VR-ПРИЛОЖЕНИЙ

© Сосновский И. В., Корзун Д. Ж.
Петрозаводский государственный университет
Петрозаводск
sosnovski_ptz@mail.ru, dkorzun@cs.karelia.ru

В работе исследуются проблемы при использовании VR-треккеров при разработке VR-приложений. Введены определения основных элементов VR-системы для отслеживания человека в VR-пространстве. Приведен перечень часто встречающихся проблем при разработке VR-приложений и способы их решения.

Ключевые слова: виртуальная реальность, VR-трекеры, виртуальное пространство, движение человека.

FEATURES OF USING VR TRACKERS WHEN DEVELOPING VR APPLICATIONS

© Sosnovskiy I. V., Korzun D. G.
Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

The work examines the problems when using VR trackers when developing VR applications. Definitions of the main elements of a VR system for tracking a person in VR space have been introduced. A list of common problems when developing VR applications and ways to solve them are provided.

Key words: virtual reality, VR trackers, virtual space, human movement.

В настоящее время технологии виртуальной реальности (VR) внедряются в различные сферы жизни, такие как, развлечение, обучение и медицина. Для решения некоторых проблем применения VR в этих сферах необходимо отслеживать положение тела человека, например, для анализа походки человека или для более полного погружения в виртуальный мир. Так, например, возможно было бы отслеживать положение человека виртуальным ассистентом [1] и предупреждать человека, если он зашел в опасную зону. Для решения этой проблемы отлично подходят трекеры Vive в связке с VR шлемом HTC Valve Index. При разработке VR проектов, возникают различные проблемы, связанные с настройкой, обнаружением и подключением треккеров, а также с программной реализацией при использовании треккеров.

Для погружения в VR с использованием Vive Index и треккеров Vive также используются базовые станции и контроллеры.

HTC Vive Index (рисунок 1а) представляет собой проводное устройство в виде шлема, надеваемого на голову человека и реализующее отображения виртуального пространства так, чтобы человек видел его также, как видит вокруг себя реальный мир. [2]

Vive треккер (рисунок 1б) представляет собой беспроводное устройство с возможностью проводного подключения. Используется для крепления на какой-либо части тела человека, чтобы можно было отслеживать ее положение в виртуальном пространстве. [3]

Контроллер (рисунок 1в) представляет собой беспроводное устройство для управления в виртуальном пространстве, а также для отслеживания положения кистей человека.

Базовая станция (рисунок 1г) – это специальное устройство для отслеживания положений шлема, контроллеров и треккеров. За счет базовых станций осуществляется ориентирование пространстве VR во всех направлениях [3].

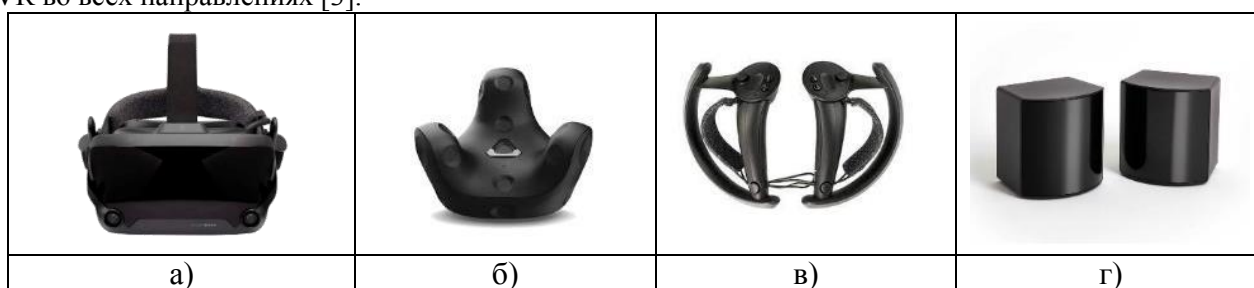


Рис. 1. а) VR шлем HTC Valve Index. б) Vive треккер. в) Vive контроллер. г) Базовая станция

При подключении Vive треккеров к компьютеру, используемому для воспроизведения VR пространства, возникают различные проблемы: проблемы с подключением, проблемы с отслеживанием и проблемы с получением данных. Весь перечень проблем и их возможных решений представлен в таблице 1.

Таблица 1

Перечень возникающих проблем при использовании Vive треккеров и их возможные решения

Класс проблемы	Проблема	Решение
Проблемы с подключением	Подключение большого количества треккеров – не на всех компьютерах хватает USB разъемов для подключения треккеров	Использование USB – концентраторов с дополнительным питанием или использовать специальный концентратор для треккеров
	Треккер не обнаруживается компьютером	Убедиться, что треккер находится в области действия базовых станций; Убедиться, что базовые станции подключены к компьютеру; Перезапустить треккеры; Устранить источники радиочастотных помех
	Проблемы с креплением треккеров к телу человека – при креплении треккеров к рукам и ногам, стандартные крепления для рук и ног могут не подойти некоторым людям из-за слишком короткого ремешка	Использование крепления для головы вместо крепления для рук и ног. Соединить несколько ремешков в один. Реализовать собственные ремешки
Проблемы с отслеживанием	Трекер подключен, но координаты в VR пространстве не изменяются	Треккер находится вне зоны действия базовых станций; VR-шлем снят с головы; Различные предметы могут перекрывать обзор треккеров базовыми станциями
Проблемы с получением данных	Маленькое пространство, где отслеживаются треккеры	Калибровка угла обзора базовой станции; Увеличение количества базовых станций
	Треккеры «улетают» во время работы VR-проекта	Вернуться в область действия базовых станций. Реализовать алгоритм отслеживания «улетания» треккеров и фиксировать их в одном положении, если не удалось получить данные

Приведенная таблица показывает часто возникающие проблемы при разработке VR-приложений с использованием Vive-треккеров. Также указаны основные способы, которые позволяют устранить эти проблемы при разработке VR-приложений, тем самым сэкономив разработчику время.

В ходе работы был рассмотрен ряд проблем, которые возникают при использовании Vive трекеров, а также их возможные решения. На основе рассмотренных данных была составлена таблица с перечнем действий при возникновении проблемы. Данные решения позволяют разработчику не тратить время на поиск обходных путей по решению проблем, а использовать уже готовые решения.

Поддержка исследований. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-11-20040 (<https://rscf.ru/project/22-11-20040/>), проводимого совместно с Республикой Карелия с финансированием из Фонда венчурных инвестиций Республики Карелия (ФВИ РК).

Библиографический список

1. Павлов Д. В. Case Study of Using Virtual and Augmented Reality in Industrial Systems Monitoring [Text] / Д. В. Павлов, И. В. Сосновский, В. М. Димитров, В. В. Мелентьев, Д. Ж. Корзун // Proceedings of the 26th Conference of Open Innovations Association FRUCT. Full papers section. IEEE, 2020. P. 367–375. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9087410>. ISSN 2305–7254.
2. Сандалов И. В. VR-технологии / И. В. Сандалов, А. В. Высоцкая // Производственные технологии будущего: от создания к внедрению: Материалы международной научно-практической конференции, Комсомольск-на-Амуре, 29–30 сентября 2017 года / С. В. Белых (отв. ред.). Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет, 2017. С. 132–134. EDN YQFMDM.
3. Вычисление углов Тейта-Брайана ориентации трека HTC VIVE / И. П. Саблин, М. В. Михайлюк, Д. В. Омельченко [и др.] // Труды научно-исследовательского института системных исследований Российской академии наук. 2023. Т. 13. № 1–2. С. 25–31. DOI: 10.25682/NIISI.2023.1-2.0004. EDN HDWBJK.

ОБУЧЕНИЕ В ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ КАК ФАКТОР УСПЕШНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТА ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

© Сухорукова А. А., Козырева А. В., Ивлев И. В.

Академия ФСО России

Орёл

akozyreva22@ya.ru

В статье рассматриваются особенности организации математической подготовки будущих специалистов технического профиля, обучающихся в ведомственных вузах в условиях цифровизации образовательной среды, формирование ценностных ориентаций обучающихся технических вузов в условиях информатизации общества.

Ключевые слова: обучение специалистов технического профиля, цифровая образовательная среда, деятельностно-ценностный подход.

LEARNING IN A DIGITAL EDUCATIONAL ENVIRONMENT AS A FACTOR OF SUCCESS MATHEMATICAL TRAINING OF A TECHNICAL SPECIALIST

© Sukhorukova A. A., Kozyreva A. V., Ivlev I. V.

Secutity Guard Service Federal Academy

Orel

The article discusses the features of organizing mathematical training of future technical specialists, who study at departmental universities in the context of digitalization educational environment, also this article considers formation of value orientations among students of technical universities in the conditions of informatization of society.

Key words: training of technical specialists, digital educational environment, activity-value approach.

В информационном обществе цифровая среда становится основным полем, где разворачивается подавляющая часть работы в разных сферах деятельности, в том числе и в области образования, ко-

гда оно становится фундаментом для профессионального и карьерного роста. Система дистанционного образования становится самой востребованной формой непрерывного получения знаний в течение всей жизни, не ограниченной возрастными, территориальными характеристиками или степенью подготовки, необходимой для поступления на очную форму обучения, и не требующей отрыва от производственной деятельности. Информатизация общества явилась ведущим фактором развития всех сфер жизни, в том числе и образовательной среды, в которой система дистанционного образования занимает достаточно объемное пространство получения образования, обогащая учебный процесс новыми функциональными моделями доставки знаний, легко интегрирующимися с ведущими характеристиками образовательной организации. В последние годы наблюдается тенденция создания инновационных корпораций, включающих в себя лабораторно-производственные ресурсы, технопарки, создаются образовательные альянсы из нескольких высших учебных заведений. При этом для обеспечения скорости и качества получения доступа к информации, необходимой в учебном процессе, используются новейшие технологии на основе цифровой связи, что обеспечивает возможности организации единой образовательной среды. Образовательные организации страны активно объединяются в высокоскоростные локальные учебные сети, которые позволяют осуществлять мобильный обмен информационными фондами, педагогическими технологиями, заимствовать наиболее эффективные модели организации и осуществления учебного процесса. Одним из актуальных проектов развития России на период до 2025 года является усиление регионального звена управления образованием, в том числе, и университетским образованием. Деятельность учебных заведений, как известно, направлена на развитие образования, науки и культуры путем проведения фундаментальных научных исследований и обучения на всех уровнях высшего, послевузовского и дополнительного образования по широкому спектру естественнонаучных, гуманитарных и других направлений науки и техники. В этой связи предполагается осуществить концентрацию эффективных образовательных ресурсов, способных решать задачи подготовки, переподготовки, повышения квалификации кадров для фундаментальных научных исследований и разработок по приоритетным направлениям науки и техники. Образовательные организации, реализующие программы переподготовки и повышения квалификации, стали важной составной частью университетов и образовательных организаций, имеющих межрегиональное значение. В связи с этим, университеты ориентированы на решение целого спектра важных задач:

- профессиональная подготовка кадров высшей квалификации должна быть новаторской. Обучение специалистов технического профиля в ведомственных вузах требует реализацию инновационных подходов к совершенствованию образовательной среды, что продиктовано кардинальными изменениями в статусе образовательных учреждений, повышением требований общества и спецслужб к подготовке военных специалистов технического профиля;
- достижение высокого уровня профессиональной компетентности и личностной зрелости педагога, а также повышение педагогического мастерства невозможно без привлечения информационных технологий к образовательному процессу. Изменение характера деятельности и взаимодействия субъектов образовательного процесса, смена приоритетов – от трансляций знаний к созданию условий для более полной реализации личностного потенциала и проявления субъектных свойств в учебно-познавательной, информационно-поисковой, научно-исследовательской, учебно-профессиональной или контрольно-оценочной деятельности являются отличительными признаками перспективных образовательных технологий (модульного, проблемного, контекстного, личностно-ориентированного обучения, обучения в сотрудничестве и др.);
- программно-технологическое обеспечение образовательного процесса, основанное на внедрении новых информационных и социальных технологий, позволяет переосмыслить весь арсенал применяемых образовательных информационных ресурсов на основе научного анализа и умелого применения методологии педагогического проектирования.

В условиях быстрой смены концепций научно-технического прогресса изменяется роль будущих специалистов-инженеров, они должны пополнять свои знания в области электроники и новейших технологических процессов. Деятельностно-ценностный подход позволяет осуществить в процессе изучения математики стимулирование навыков принятия решений у будущих специалистов технического профиля в непривычной обстановке, развить навыки применения существующих теорий в контексте различных критических ситуаций, появление которых возможно в их будущей профессиональной деятельности. Поэтому среди методов обучения перспективными на сегодняшний день являются моделирование, деловые игры, семинары-конференции и др., в то время как традиционные лекции и дискуссии занимают все меньше места в учебных курсах изучаемых будущими специали-

стами дисциплин. Все это связано и с изменениями, происходящими в современной инженерной среде, в которой способности личности составляют синергетический комплекс способностей, уровень развития которых при наличии ресурсов определяет эффективность деятельности специалиста технических направлений.

Профессиональная деятельность современного военного инженера подразумевает его способность к принятию быстрых неординарных решений. Можно утверждать, что высокий уровень профессиональной компетентности будущего специалиста технического профиля достигается путем применения в образовательном процессе проблемно-ориентированного обучения, эмпирического обучения, обучения с использованием учебных и производственных ресурсов, обучения в условиях, приближенных к реальным. В информационном обществе цифровая среда является основным полем, на котором проходит основная часть разработок новаторских идей в разных сферах деятельности, в том числе и в области образовательного процесса. Цифровое образование становится фундаментом для профессионального и карьерного роста.

Цифровое образование предполагает достаточно высокий уровень использования способов обмена информацией участниками образовательного процесса, таких как, электронная почта, аудио- и видеоконференции, вебинары, интерактивное телевидение. Однако для ведомственных вузов такие возможности недоступны, необходимо обеспечивать безопасность доступных подключений, что не всегда допустимо. Тогда для технических ведомственных вузов возможно создание локальных электронных образовательных ресурсов, содержащих в себе: электронные библиотеки дисциплин, электронные учебники, аудио- и видео конференции, информационные доски, виртуальные лабораторные практикумы, поддержку чатов и форумов, консультирование обучающихся. Использование электронных образовательных ресурсов выдвигает новые требования к организации образовательного процесса, взаимодействия его участников на основе информационных технологий [1].

Известно, что образовательный процесс представляет собой многоплановое и полиморфное взаимодействие. Взаимодействие, безусловно, является универсальной формой развития как обучающегося, так и преподавателя, приводящее каждое звено в новое качественное состояние. Оно отображает широкий круг вопросов в русле выбранной обучающимися специальности, реализует причинно-следственные связи, способствует «обмену» информацией между взаимодействующими сторонами, по сути, обеспечивает их взаимное изменение. Развитие информационных технологий, постоянное совершенствование их структуры и качества предоставляемых услуг позволяет обеспечить эффективное взаимодействие субъектов образовательного процесса на основе телекоммуникационных систем. Среди таких технологий обучения математике следует выделить аудио – и видеотрансляции, которые позволяют участникам образовательного процесса непрерывно, в режиме реального времени обмениваться информацией различного содержания (изображения, речевые сообщения, презентации, анимации, электронные документы и т. п). Такая форма обмена информацией активизирует процесс ее усвоения. Образовательное взаимодействие в цифровой форме облегчает процесс структурирования математических знаний и хранения отчетных документов по изучаемым дисциплинам, а также предусматривает обратную связь обучающихся с преподавателем. Необходимо также отметить такую форму взаимодействия как лабораторный практикум. Виртуальная форма проведения лабораторных практикумов в процессе обучения специалистов технического профиля позволяет заменить реальные модели физических процессов на их имитационные модели. Такое моделирование принуждает обучающегося воспользоваться математическими законами, принципами и алгоритмами [2]. В процессе выполнения виртуального лабораторного практикума реальное лабораторное оборудование заменяется на математические модели изучаемых процессов с элементами виртуального взаимодействия обучающегося с лабораторным оборудованием.

Полноценное овладение профессией инженера предполагает не только высокий уровень образования человека, но и столь же высокий уровень сформированности системы ценностных ориентаций, в которой профессиональные ценности занимают ведущее место. Поэтому, проектируя содержание инновационного математического образования, необходимо найти место для системы знаний и методов, направленных на решение задач самопознания и самореализации человека. Это возможно сделать при реализации в обучении деятельностно-ценностного подхода. Важными составляющими деятельностно-ценностного подхода в обучении являются образовательные технологии, создающие условия для формирования нестандартного, новаторского мышления, устойчивых навыков владения информационной (цифровой) культурой. При этом цель его внедрения определяется как формирование у обучающегося инновационного мышления и выступает в качестве ценностной основы технологии подготовки высокопрофессиональных специалистов технического профиля.

Цифровая образовательная среда, являясь фундаментом современного общества, позволяет создавать систему ценностей профессионально компетентного специалиста технического профиля, способного решать неординарные задачи. Таким образом, создание такой образовательной среды требует от системы непрерывного образования наличие прорывных инноваций.

Библиографический список

1. Дьяконов Г. С. Подготовка инженера в реально-виртуальной среде опережающего обучения: монография / Г. С. Дьяконов [и др.]; под ред. С. Г. Дьяконова. Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2009. 404 с.
2. Кошелева А. О. Деятельностно-ценностный подход в цифровом образовании: монография / А. О. Кошелева, А. Д. Гонеев, А. А. Сухорукова; под общ. ред. А. О. Кошелевой. Курск: ООО «Учитель», 2019. 160 с.

ОЦЕНКА ПОЛОЖЕНИЯ РУК СПОРТСМЕНА В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ НА СПОРТИВНОМ ТРЕНАЖЕРЕ

© Топчий Е. Д., Смирнов К. А., Ермаков В. А., Корзун Д. Ж.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

hallowinner228@gmail.com, kostsmornov814@gmail.com, ermivad@cs.petrso.ru, dkorzun@cs.petrso.ru

Цифровизация спортивных тренажеров позволяет использовать сенсорные приложения для распознавания движений человека при выполнении упражнений. Мы продолжаем разработку мобильного приложения, которое использует оценку положения рук спортсмена в режиме реального времени и показывает более эффективное решение (с точки зрения точности положения), чем мы использовали раньше. Наше предыдущее решение основано на акселерометре в качестве датчика входных данных. Наше новое решение сочетает в себе акселерометр и гироскоп на основе фильтра Калмана. Такая комбинация снижает влияние ускорения на оценку угла рычага спортивного тренажера относительно вертикальной оси (в качестве демонстрационного примера использовано упражнение «Жим лежа», спортивный тренажер предоставлен компанией MB BarbellTM). Точное измерение положения рук позволяет оценить общее расстояние, пройденное руками (с заданным весом). Этот показатель важен как для тренировок, так и для соревнований нового класса.

Ключевые слова: Фильтр Калмана, акселерометр, гироскоп, цифровизация, спорт, тренировка, сенсорное управление, мобильное приложение, распознавание движения, оценка расстояния.

REAL-TIME EVALUATION OF HANDS POSITION AT SPORT TRAINING MACHINE

© Topchiy E., Smirnov K., Ermakov V., Korzun D.

Petrozavodsk State University

Petrozavodsk

The digitalization of sport training machines enables sensor-based applications for recognition of human movement at exercise performing. We continue our development of the mobile application that uses evaluation of athlete's hands position in real-time, show more effective solution (in terms of the position accuracy) than we used before. Our previous solution is based on an accelerometer as a sensor for input data. Our successor solution combines an accelerometer and a gyroscope based on Kalman filter. This combination reduces the influence of acceleration on evaluating the angle of the lever of sport training machine relative to the vertical axis (the «Bench Press» exercise is used as a demo use case, athletic trainer provided by MB BarbellTM). The accurate measurement of hands position supports estimation of the total distance passed by hands (with given weight). This metric is important for training as well as for new class of sport competitions.

Key words: Kalman filter, accelerometer, gyroscope, digitalization, sport, training, sensor-based, mobile application, movement recognition, distance evaluation.

1. Введение

Цифровой арбитр в сфере спорта и фитнеса – это инновационный инструмент, призванный преодолеть разрыв между технологиями и физической подготовкой. Это достижение обусловлено рас-

тушей необходимостью предоставлять спортсменам точную и мгновенную обратную связь, гарантируя, что их тренировки будут эффективными и безопасными [1; 2].

Разрабатываемое мобильное приложение использует потенциал современных технологий, объединяя датчики, сложные алгоритмы и дизайн пользовательского интерфейса для контроля выполнения упражнений на важных для спортсмена спортивных тренажерах. Для работы с этим приложением тренажеры должны быть основаны на технологии, использующей рычажную конструкцию.

Одной из основных особенностей приложения является возможность измерения амплитуды повторений. Амплитуда в данном контексте относится к диапазону движений во время конкретного упражнения. Например, в приседании амплитуда будет представлять собой глубину приседа, которую достигает спортсмен. Обеспечение правильной амплитуды необходимо по двум причинам:

Активация мышц: достижение правильной амплитуды гарантирует адекватную активацию целевых групп мышц. Это важно для роста мышц, силы и выносливости.

Предотвращение травм: Неправильная амплитуда может привести к перенапряжению и потенциальной травме. Например, полуприсед может оказать чрезмерное давление на колени.

Если спортсмен достигает амплитуды, приложение издает звуковой сигнал, подтверждающий, что повторение было выполнено правильно. И наоборот, если повторению не хватает необходимой амплитуды, движение не будет учтено.

По сути, приложение цифрового арбитра – это больше, чем просто инструмент.

Такие приложения преобразуют мир спортивных тренировок. Цифровизация тренировок воплощает в себе идеальную синергию между технологиями и фитнесом, гарантируя, что спортсмены могут расширить свои возможности, оставаясь при этом в безопасности и информированности [3].

2. Проблема точности

Точное определение положения рук спортсмена во время упражнений имеет решающее значение для оценки правильности движения, обеспечения желаемой активации мышц и предотвращения возможных травм. С появлением цифровых решений для фитнеса и тренировок растет спрос на точное отслеживание движений. Однако эта задача сопряжена с трудностями:

Проблема с линейным ускорением

Линейное ускорение, которое представляет собой скорость изменения скорости рук спортсмена без учета направления, может привести к ошибочным показаниям:

- быстрые изменения линейного ускорения, особенно во время взрывных упражнений или при быстрой смене направления, могут внести некорректные данные.

Проблема посторонних вибраций

Вибрации, не являющиеся частью упражнения, возможно, возникающие от внешних источников или даже от внутренней механики тренажера, еще больше усложняют отслеживание:

- **внешние факторы:** это могут быть вибрации от близлежащего оборудования, движения земли или даже вибрации от других спортсменов, тренирующихся в непосредственной близости;
- **внутренние факторы:** тренажер сам по себе может вызывать вибрации из-за своих механических особенностей, износа или из-за того, что он не идеально сбалансирован или стабилизирован.

Последствия:

Неточные данные о положении рук могут привести к неправильной обратной связи, что может привести к неэффективной тренировке или даже способствовать неправильной технике, а также сделать невозможным использование этого приложения в качестве инструмента для оценки правильности рабочей амплитуды [4].

3. Предлагаемое решение

По сути, смартфон оснащен такими типами датчиков:

- **Акселерометр:** измеряет силы линейного ускорения устройства. Устранив влияние гравитации, он может предоставить информацию о движении устройства с точки зрения направления и величины ускорения.
- **Гироскоп:** измеряет угловую скорость вращения вокруг осей X, Y и Z устройства. Проще говоря, он может сказать, как быстро и в каком направлении устройство вращается по каждой оси.

Необходимость слияния сенсоров

Оба датчика имеют свои преимущества и ограничения:

- **Акселерометр:** хотя он может обеспечить ориентацию относительно гравитационного притяжения Земли (например, определить, находится ли устройство лицевой стороной вверх или лицевой стороной вниз), он подвержен ошибкам, когда устройство находится в движении. Любое внезапное движение может вызвать «всплески» данных.
- **Гироскоп:** он обеспечивает плавные и точные данные о вращении, но не имеет чувства абсолютной ориентации. Со временем гироскоп имеет «дрейф нуля», что приводит к накоплению ошибок в оценке ориентации.

В этой статье мы предлагаем объединить эти два датчика для получения более точных данных без недостатков, описанных ранее. Объединив данные обоих датчиков, мы можем использовать их сильные стороны и компенсировать их недостатки, что приводит к более точным и стабильным показаниям ориентации [5].

Фильтр Калмана

Фильтр Калмана – это оптимальный алгоритм рекурсивной оценки, который использует входные данные нескольких датчиков для получения более точного комбинированного результата. В контексте объединения данных акселерометра и гироскопа:

- **Прогнозирование:** фильтр начинается с этапа прогнозирования, на котором он использует предыдущее состояние (например, последнюю известную ориентацию) и данные гироскопа для прогнозирования новой ориентации устройства.
- **Обновление:** на этапе обновления фильтр уточняет этот прогноз, используя данные акселерометра. Он вычисляет разницу между прогнозируемой ориентацией и ориентацией, указанной акселерометром. Эта разница, известная как «выигрыш Калмана», затем используется для корректировки прогноза и получения окончательной комбинированной оценки ориентации.
- **Итерационный процесс:** прелесть фильтра Калмана заключается в его рекурсивной природе. Он постоянно корректирует свои прогнозы на основе новых показаний датчиков и отличий от предыдущих прогнозов, что со временем приводит к более точным результатам.

Преимущества

- **Точность:** объединив относительную точность гироскопа с данными абсолютной ориентации от акселерометра, фильтр Калмана может давать очень точные оценки ориентации.
- **Стабильность:** фильтр Калмана сглаживает шум обоих датчиков, обеспечивая стабильные показания даже при резких движениях или вибрациях.
- **Компенсация дрейфа:** фильтр компенсирует склонность гироскопа к дрейфу во времени, постоянно сверяясь с данными абсолютной ориентации акселерометра [6].

На графике (рис. 1.) сравниваются старый и новый алгоритмы, где красным обозначены результаты нового алгоритма, синим – результаты старого. Графики угла между рычагом машины и вертикальной осью демонстрируют улучшение предложенного решения по сравнению с предыдущим алгоритмом. Амплитуда кажется более стабильной и менее подверженной влиянию внешних факторов [7].

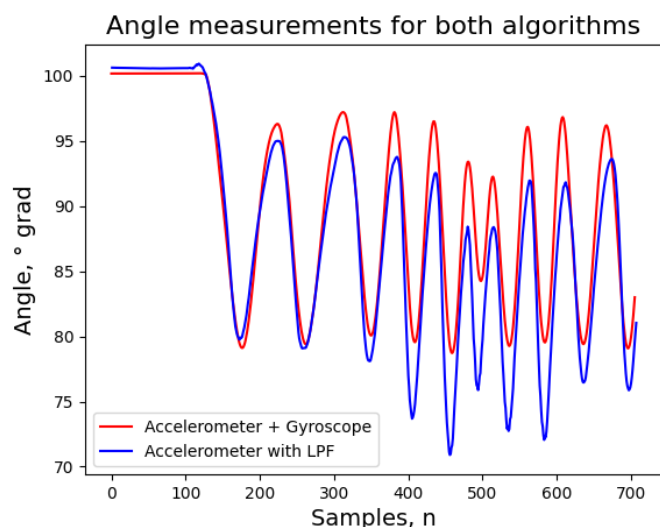


Рис. 1. Сравнение старого и нового алгоритмов

4. Заключение

Это решение демонстрирует значительное улучшение точности и структуры данных. Для подтверждения улучшения были проведены эксперименты с одновременно установленными в защелки двумя смартфонами. Этот вариант позволяет добиться наиболее объективного сравнения результатов. Тестирование проводилось на добровольцах со спортивными антропоцентрическими данными. Новый алгоритм позволяет избежать возникновения линейных ускорений и снижает влияние вибраций на результаты измерений. Дальнейшие исследования будут направлены на повышение скорости работы нового алгоритма за счет увеличения количества этапов обработки данных.

Поддержка исследования. Реализация разработки поддерживается MB Barbell (<http://www.mbbarebell.com>).

Научные результаты исследования поддержаны Российским научным фондом, проект №~22-11-20040 (<https://rscf.ru/ru/project/22-11-20040>), совместно с Республикой Карелия и Фондом венчурных инвестиций Республики Карелия (ВИФ РК).

Работа ведется в сотрудничестве с Центром искусственного интеллекта ПетрГУ.

Часть исследований выполняется в рамках проекта УМНИК-22 «Разработка мобильной персонализированной системы мониторинга состояния человека на основе технологий интеллектуальной сенсорики здоровья при выполнении физических упражнений на тренажере».

Библиографический список

1. Smirnov K., Ermakov V., Zavyalov S., Korzun D. An IMU Sensor Application to Measure the Hands Amplitude at Exercise Performing in Gym. Conference of Open Innovations Association FRUCT, 2022. Vol. 32. P. 390–393.
2. Smirnov K., Ermakov V., Topchiy E., Korzun D. A Mobile Application for Assessing the Strength Exercises on Sports Training Equipment. Conference of Open Innovations Association FRUCT, 2023. Vol. 33. P. 391–394.
3. Korzun D., Balandina E., Kashevnik A., Balandin S., Viola F. Ambient Intelligence Services in IoT Environments: Emerging Research and Opportunities. IGI Global, 2019.
4. Zhang L.. Applying deep learning-based human motion recognition system in sports competition, Frontiers in Neurorobotics, 2022. Vol. 16.
5. Ma R., Yan D., Peng H., Yang T., Sha X., Zhao Y., Liu L. Basketball movements recognition using a wrist wearable inertial measurement unit, in 2018 IEEE 1st International Conference on Micro/Nano Sensors for AI, Healthcare, and Robotics (NSENS), 2018. P. 73–76.
6. Liu Q. Human motion state recognition based on MEMS sensors and Zigbee network, Computer Communications, 2022. Vol. 181. P. 164–172.
7. Malawski F. Depth versus inertial sensors in real-time sports analysis: A case study on fencing, IEEE Sensors Journal, 2021. Vol. 21. No. 4. P. 5133–5142.

ОСОБЕННОСТИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ЯЗЫКА В УНИВЕРСИТЕТЕ

© Трутенко М. П., Иванова Н. Н.

Московский международный университет
Москва
info@mmu.ru

Невозможно переоценить важность знания профессионального иностранного языка в иностранных компаниях, общаясь с зарубежными коллегами, партнерами. Для дистанционного обучения требуются особые подходы и соответствие разным направлениям бизнес-коммуникации.

Ключевые слова: дистанционное обучение, иностранные языки, деловое общение, профессиональный иностранный язык.

FEATURES OF LANGUAGE DISTANCE LEARNING FOR PROFESSIONAL COMMUNICATION AT THE UNIVERSITY

© Trutenko M. P., Ivanova N. N.

Moscow International University
Moscow

It is impossible to overestimate the importance of knowledge of a foreign business language while working in a foreign company, communicating with foreign coworkers and partners. Distant training requires different approaches and compliance with the areas of business communication.

Key words: distance learning, foreign languages, business communication, professional and business language.

Знание профессионального иностранного языка жизненно необходимо для успешной работы в современном мире и играет ключевую роль в карьерном росте хорошего специалиста, независимо от профиля его деятельности. Общение с зарубежными партнерами, коллегами, работа в иностранной компании требует от специалиста свободного владения профессиональным иностранным языком, умения вести деловую переписку, переговоры, объяснять свою позицию, используя специализированную лексику.

Простого знания языка в подобных случаях недостаточно, поскольку в рабочих ситуациях приходится оперировать профессиональной лексикой и соответствующими грамматическими конструкциями. Без сомнения, система дистанционного обучения профессиональному иностранному языку в Университете должна быть основана на том, что практическое владение иностранным языком стало насущной потребностью.

Дистанционное обучение в Университете представляет собой новый подход к бизнес-коммуникации как к отдельному курсу в системе образования. Именно так трактуется этот курс в Университете, где он является обязательным предметом для всех, кто специализируется в области менеджмента и бизнеса.

Так как профессиональное общение является основным в отношениях между людьми в сфере бизнеса, то оно должно протекать в соответствии с профессионально-этическими нормами и стандартами. Поэтому, в процессе обучения необходимо уделять особое внимание обучению профессиональной этике.

Основным методическим подходом в данном обучении является активизация речемыслительной деятельности на иностранном языке через ту или иную коммуникативную проблему, а не заучивание формул и клише. Кроме того, при усвоении курса необходимо помнить, что бизнес-коммуникация, как и любой другой вид общения, является «улицей с двусторонним движением». Построение программы дистанционного обучения определяется именно этим важным фактором коммуникации в бизнесе.

Язык делового общения подразделяется на два основных направления.

Письменная бизнес-коммуникация представлена в виде деловой переписки и документации, необходимой для устройства на работу. С точки зрения психологии общения, это более простая форма коммуникации. Она не требует одновременного говорения и слушания, а также быстрой перестройки в процессе общения. Кроме того, соблюдая принцип «от более простого к более сложному», на начальном этапе имеет место сопоставление иностранного текста с русским языком.

Деловое письмо международного образца имеет четкую структуру, определенный набор реквизитов и стандартное расположение каждого из них.

Устная бизнес-коммуникация представлена телефонными разговорами и переговорами, основами составления презентаций и выступлений, а также моделями речевого поведения в тех или иных ситуациях. Основой профессионального общения является изучение шагов на пути к успеху в бизнесе, главный из которых – позитивное отношение к собеседнику. Особенности бизнес-коммуникации, которые следует учитывать при принятии решений в бизнесе, рассматриваются на примере известных компаний.

В качестве завершающего этапа работы по теме в конце каждого раздела предлагаются творческие задания в соответствии с деятельностным подходом, направленные на решение познавательно-коммуникативных задач и возможного использования полученной информации в будущей профессиональной деятельности.

Следовательно, цель обучения – формирование и развитие умений чтения, перевода и реферирования иностранных деловых текстов, и навыков общения на профессионально-ориентированные темы.

Цель реализуется в следующих задачах:

1. Научиться читать и понимать оригинальные научно-популярные тексты.
2. Уметь переводить аутентичные тексты любого уровня сложности.
3. Уметь обрабатывать и извлекать необходимую информацию из предложенных текстов по профилю специальности.
4. Уметь поддерживать беседу на профессиональном языке и делать сообщения в рамках изучаемых тем.
5. Владеть определенным знанием лексических единиц терминологического характера по специальности.

Наряду с активизацией лексики в обучении должно отводиться значительное место изучению грамматического материала, например: активный и пассивный залоги, времена Simple, Continuous, Perfect, Perfect Continuous, условные предложения, модальные глаголы.

По данной схеме обучение построено в Московском Международном Университете, где используется программа Rosetta Stone.

Эта программа – помощник для тех, кто хочет выучить какой-либо иностранный язык без механического запоминания лексических и грамматических конструкций. Методика, используемая в приложении Rosetta Course, позволяет выучить язык без заучивания правил и выполнения заданий, но путем формирования у пользователя ассоциативного ряда, обучение ведется на иностранном языке, что значительно повышает эффективность курса.

Rosetta Stone – один из лучших мультимедийных курсов для изучения профессионального языка «с нуля». Она позволяет изучать язык путем погружения в языковую среду, многократного повторения и формирования ассоциативного ряда в различных сферах жизни, выработки шаблонов по принципу от простого к сложному. С помощью этой программы студенты изучают как воспринимать и воспроизводить наиболее распространенные разговорные грамматические конструкции, что крайне необходимо для реализации разговорной речи и начала общения.

С Rosetta Stone новые слова становятся связанными со знакомыми объектами и действиями. Динамическое погружение в языковую среду помогает думать на иностранном языке, быстро развивает языковые навыки и конструкции.

Студенты имеют доступ к материалам в соответствии со своим уровнем подготовки, что упрощает задачу освоения материала и позволяет полностью подготовиться к зачету или экзамену по данной дисциплине. Учебная программа подготовлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к изучению дисциплин, таких как: «Профессиональный иностранный язык» и т.д.

Обучение адресовано студентам бакалавриата, магистрантам и всем, чья профессиональная деятельность осуществляется в сфере коммуникации: менеджерам, маркетологам, специалистам в области рекламного дела и PR, бизнесменам, владеющим лексическим минимумом, навыками разговорной речи и желающим усовершенствовать свои знания грамматического строя английского языка.

Библиографический список

1. Трутенко М. П., Иванова Н. Н. Применение информационных технологий при обучении иностранному языку в электронной информационно-образовательной системе // Новые информационные технологии в образовании и науке НИТО. Материалы XII международной науч.-практической конференции, Екатеринбург, 25 февраля – 1 марта 2019 г.: ФГАОУ ВО «Российский государственный проф.-педагогический ун-т». Екатеринбург, 2019.
2. Трутенко М. П., Иванова Н. Н. Обучение иностранному языку в рамках электронной информационно-образовательной среды вуза // XIII Всероссийская научно-практическая конференция «Цифровые технологии в образовании, науке, обществе»: Материалы. Петрозаводск, 2019.

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОТЧЕТНОСТИ В ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ

© Туманян М. М., Кузьмин Р. С., Семёнов Р. А., Рего Г. Э.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

mark.tumanyan@yandex.ru, kuzmin.reyno@mail.ru, roman290903@gmail.com, regoGr@yandex.ru

В докладе представлена концептуальная модель информационной системы формирования отчетов в лесохозяйственной отрасли (ИСФОЛО). ИСФОЛО объединяет функции генерации лесных деклараций, материально-денежной оценки лесных участков и обеспечивает совместную работу сотрудников компании. Разработка ИСФОЛО позволит улучшить обмен информацией с органами государственного управления и повысить эффективность формирования отчетности в лесохозяйственной отрасли.

Ключевые слова: информационная система, лесное хозяйство.

CONCEPTUAL MODEL OF AN INFORMATION SYSTEM FOR REPORTING IN THE FORESTRY INDUSTRY

© Tumanyan M. M., Kuzmin R. S., Semenov R. A., Rego G. E.

Petrozavodsk State University

Petrozavodsk

The report presents a conceptual model of an information system for report generation in the forestry industry (ISRGFI). ISRGFI integrates the functions of generating forest declarations, assessing the monetary value of forest areas, and facilitating collaborative work among company employees. The development of ISRGFI will enhance information exchange with government authorities and improve the efficiency of report generation in the forestry sector.

Key words: information system, forestry.

В данном докладе рассматривается концептуальная модель информационной системы для упрощения процесса формирования отчетов в лесохозяйственной отрасли (ИСФОЛО). ИСФОЛО должна позволять автоматически генерировать документацию, включая лесные декларации и расчеты материально-денежной оценки, необходимые для управления лесными участками в Республике Карелия. Вместе с тем, ИСФОЛО должна способствовать совместной работе сотрудников компании над проектами и обеспечивать соответствие нормативам и приказам Министерства природных ресурсов Российской Федерации [1], предоставляя все необходимые функциональные возможности через веб-приложение.

В качестве примеров существующих решений можно привести LesoMaks – программное обеспечение для учета и управления лесными ресурсами, включая возможность формирования лесных деклараций в соответствии с законодательством; Abris+ – интегрированная информационная система для управления лесными ресурсами, которая также предоставляет функциональность для создания и обработки лесных деклараций; LesIS – система для учета и анализа лесных ресурсов, которая включает инструменты для создания и представления лесных деклараций; WOODnet – программное обеспечение для автоматизации лесохозяйственной деятельности и создания отчетов, включая лесные декларации.

На данный момент не существуют программного решения, включающего весь перечисленный функционал. Каждое из существующих решений выполняет только определенную часть задачи, в совокупности представляющую собой подготовку документации для подачи в лесохозяйственные организации. Вследствие этого, работа сотрудников компании, подготавливающих необходимую документацию, затруднена. Также не существует готового решения для подготовки абриса (границ лесных массивов), прикрепления его к лесной декларации и передаче всех подготовленных документов на проверку в соответствующие государственные органы. Существующие сервисы не предоставляют возможности централизованного серверного хранения необходимых документов, что делает затруднительным обмен файлами между сотрудниками компании. Также важно учитывать, что для компаний с большим количеством сотрудников, занятых в составлении документации, высоки затраты на покупку и поддержание текущего программного обеспечения.

Еще одним аспектом, который необходимо учитывать при разработке нового программного обеспечения, является возможность отображения сформированного абриса лесосеки на спутниковых картах. Это становится необходимым в силу нового законодательства, которое требует более детального и точного мониторинга лесных участков (Ш. Дистанционный мониторинг использования лесов [2]). Также стоит отметить, что для работы во многих регионах России отсутствует поддержка местных нормативов и требований. В связи с этим, работа компаний, занимающихся использованием лесных ресурсов, требует больших временных затрат для составления каждой лесной декларации.

ИСФОЛО будет включать в себя следующие модули: регистрации и авторизации пользователей в системе, формирования абрисов, создания отчетов, доступа к справочным таблицам. Формирование абрисов должно включать в себя проставление точек на фоновом рисунке и ввод промеров. Модуль создания отчетов должен включать функции для расчета площади плоских многоугольников с выделением неэксплуатационной площади и расчета невязки на основе координат лесосеки после измерений, а также предоставлять возможность добавления условных обозначений. Модуль создания отчетов должен предоставлять функциональность для создания новых отчетов и загрузки существующих отчетов с компьютера пользователя, а также позволять прикреплять абрис в процессе создания отчета. Модуль доступа к справочным таблицам должен обеспечивать хранение и обновление справочных таблиц, необходимых для оценки лесных ресурсов. Их изменения могут зависеть от изменений в законодательстве, научных данных, состоянии лесов, экологических факторов, требований заказчиков и технических обновлений в сфере лесного хозяйства. Схема концептуальной модели изображена на рисунке 1.

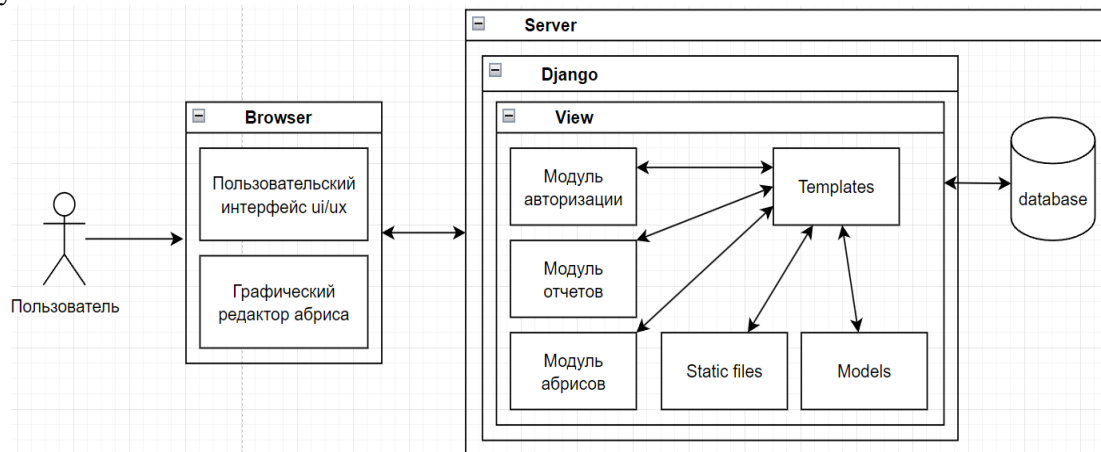


Рис. 1. Концептуальная модель ИСФОЛО

Создание системы, предназначенной для отчетности в лесохозяйственной сфере, будет осуществляться с использованием языка программирования «Python» и фреймворка «Django». В дополнение, стек технологий разработки будет включать стандартные языки разметки документов, такие как HTML, CSS и JavaScript.

При разработке ИСФОЛО планируется придерживаться методологии Scrum, которая предусматривает итеративный подход к разработке с поэтапным выполнением задач и регулярными обзорами итераций. Процесс ее создания будет состоять из нескольких этапов: изучение аналогов, анализ требований, планирование этапов разработки и формирование графика их выполнения, проектирование архитектуры, разработка, тестирование.

В отличие от остальных систем на рынке, разрабатываемая платформа будет содержать весь необходимый функционал для подготовки и отправки лесных деклараций в ведомства по природопользованию и лесному хозяйству. Тем самым, ИСФОЛО упростит процесс взаимодействия между лесохозяйственными организациями и государственными учреждениями, сокращая бюрократические процедуры и улучшая обмен информацией. Еще одним важным преимуществом нашей системы является возможность работы с мобильных устройств. ИСФОЛО будет поддерживать интеграцию абриса на спутниковые карты. Расширение поддержки для других регионов России, учитывая разнообразие требований и нормативов в разных частях страны, является существенным моментом, который будет учитываться при дальнейшей работе.

Разработка ИСФОЛО представляет собой важный шаг в совершенствовании отчетности в лесохозяйственной сфере. Необходимость автоматизации этой процедуры обусловлена отсутствием эффективных онлайн-решений, способных удовлетворить потребности организаций в Республике Карелия и за ее пределами. ИСФОЛО призвана решить проблемы, связанные с отчетностью, охватывая сле-

дующие аспекты: упрощение процесса формирования документов и абрисов лесных участков, улучшение доступности и удобства использования, снижение затрат на приобретение и обслуживание системы. Таким образом, ИСФОЛО имеет значительный потенциал для повышения эффективности процесса формирования отчетности в лесохозяйственной отрасли, а ее разработка представляет собой важный шаг в совершенствовании этой сферы деятельности.

Библиографический список

1. Российская Федерация. Законы. Лесной кодекс Российской Федерации: Текст федерального закона от 04.12.2006 г. № 200-ФЗ (ред. от 04.08.2023) / Одобрен Советом Федерации 24 ноября 2006 года. Москва: ул. Охотный Ряд, 1.
2. Об утверждении методических рекомендаций по проведению государственной инвентаризации лесов: Приказ Рослесхоза от 10.11.2011 № 472 в редакции от 15.03.2018 [утвержденным приказом Федерального агентства лесного хозяйства от 06.06.2011 № 207] // Российская газета. 2011. 10 августа.

ОСОБЕННОСТИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ ЧЕЛОВЕКА ПО ПОХОДКЕ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

© Фалев А. С., Вахроева Ю. А., Рего Г. Э.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

alexey000035@gmail.com, vakhroeva@list.ru, regoGr@yandex.ru

В докладе рассмотрены особенности идентификации личности человека по походке в условиях северных территорий. Описаны факторы, влияющие на походку человека в зимний период. Отражены ключевые моменты сбора данных для исследования различий в походке человека в летний и зимний периоды.

Ключевые слова: походка человека, северные территории.

PECULIARITIES OF HUMAN GAIT DATA COLLECTION FOR SUBSEQUENT IDENTIFICATION OF A PERSON IN THE NORTHERN TERRITORIES

© Falev A. S., Vakhroeva Y. A., Rego G. E.

Petrozavodsk State University

Petrozavodsk

The report examines the features of identifying a person's identity based on their gait in the conditions of northern territories. It describes the factors influencing a person's gait in the winter period. The key points of data collection for studying differences in a person's gait in the summer and winter periods are also reflected.

Key words: human gait, northern territories.

Анализ походки – это систематическое изучение локомоции человека. Этот вид анализа включает в себя измерение, описание и оценку величин, характеризующих локомоцию человека. Анализ походки человека является важным инструментом для идентификации личности и определения ее местонахождения. На северных территориях походка человека имеет свои особенности, которые необходимо учитывать при анализе.

Походка человека может сильно отличаться в зависимости от сезонности. Этому способствует множество факторов. Одним из таких факторов является количество одежды на человеке. Летом достаточно тепло, что позволяет одеваться в более легкую и свободную одежду. Зимой же более низкие температуры воздуха и ветра, что вынуждает одеваться в большее количество одежды и, как следствие, сказывается на общей массе и скованности в движениях.

Также фактором, который показывает различие в походке человека, является наличие осадков и их последствий. Летом дороги чаще сухие, однако наличие луж заставляет человека обходить их или перешагивать, что влияет на смещение центра тяжести и темпа движения. Зимой на дороге может быть больше «препятствий»: снег, лед, снег вперемешку с водой и т. д. Если на пути следования

находится снег, то походка начинает быть более тяжелой и размеренной. Если дорога покрыта льдом, то приходится делать более короткие шаги и увеличивать базу шага, для удержания баланса. В случае совместного присутствия снега и воды на дорожном покрытии, возникает явление, известное как «снежная каша». Процесс формирования снежной каши включает в себя таяние и замерзание осадков, приводящих к образованию слоя льда под поверхностью снега. Наличие льда под снежным покрытием значительно увеличивает риск скольжения и потери равновесия, из-за чего движения человека рефлекторно замедляются, минимизируя риск возможных несчастных случаев.

Еще одним фактором является сужение сосудов в результате влияния низких температур. Человек может начать двигаться медленнее и осторожнее, так как сужение сосудов может вызывать ощущение холода или онемение в конечностях. Это может привести к более коротким шагам, неустойчивости и потере равновесия при ходьбе. Некоторые люди также могут изменить свою походку, чтобы снизить нагрузку на определенные области тела, которые страдают от недостатка кровоснабжения. В этой связи, проблема анализа походки человека на северных территориях является актуальной для различных областей, включая правоохранительные органы и спасательные службы.

Цель работы заключается в изучении проблемы идентификации человека по походке на северных территориях.

Существует множество методов анализа походки, каждый из которых отличается точностью, рассматриваемыми характеристиками. Были рассмотрены следующие варианты анализа: метод регистрации общих параметров, метод регистрации кинематических параметров, метод регистрации динамических параметров, пододинамография – измерение нагрузки на отдельные точки подошвы стопы или на всей ее площади с различной дискретностью [1], электромиография, акселерометрия и некоторые другие. Поскольку большинство из современных смартфонов оснащено акселерометрами, которые позволяют получать достаточное количество данных для построения модели походки человека, было принято решение остановиться именно на этом методе.

Для сбора данных были привлечены 10 человек в возрасте от 18 до 28 лет, среди которых 7 молодых людей и 3 девушки. Эксперимент проводился на двух участках – асфальтовой и грунтовой дороге. Задача оценки походки человека по показаниям одного датчика является затруднительной [2]. Исходя из этого, было принято решение использовать в нашем исследовании 7 пронумерованных датчиков, закрепленных на теле согласно схеме, изображенной на рисунке 1. Осуществлялся сбор углового ускорения, линейного ускорения и изменение углов ориентации тела. Сбор всех характеристик осуществлялся по трем координатным осям.

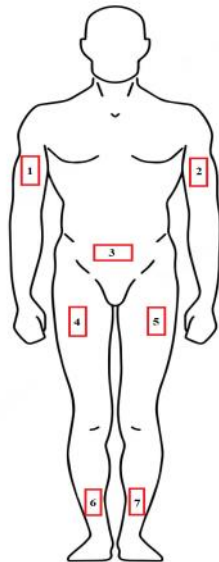


Рис. 1. Схема закрепления датчиков на теле испытуемых

В ходе эксперимента выполнялся один и тот же шаблон. Эксперимент состоял из двух этапов (асфальтовое покрытие, грунтовая дорога), суммарная дистанция включала в себя 1200 шагов. На каждом этапе эксперимента осуществлялись следующие действия: испытуемый инициировал движение из начальной точки, продвигаясь в прямолинейном направлении поочередно в среднем, быстром и медленном темпе на расстояние в 100 шагов. Затем производилось повторное выполнение тех же действий в обратном направлении, от конечной точки к начальной.

Так как данные, получаемые с гироскопа и акселерометра сильно зашумлены, их необходимо отфильтровать. В качестве алгоритма фильтрации был выбран фильтр Калмана в силу высокой эффективности его работы. Данный фильтр является рекурсивным и использует зашумленные измерения, оперируя вектором состояния системы, используя ряд неполных и зашумленных измерений. Оценка состояния системы в текущий момент времени основывается на оценке в предыдущий момент времени, а также на новых результатах измерения [3].

Затем данные были визуализированы в виде графиков. Так, например, на рисунке 2 визуализированы показания акселерометра по оси y , снятые с датчика № 6 (схема закрепления указана на рисунке 1) у участников № 2 и № 3, двигающихся в среднем темпе. Антропометрические показатели сравниваемых испытуемых: юноши, 20 лет и 21 год, рост 183 и 185 сантиметров, вес 86 и 83 килограмма. Однако, даже при таких относительно небольших различиях, значительно отличается амплитуда колебаний, а значит, требуются дальнейшие исследования в области анализа данных о походке.

В дальнейшем планируется собрать данные о походке человека в зимний период. Помимо этого в будущем планируется решить следующие задачи:

1. Проверка эффективности существующих методов идентификации личности человека по походке для данных, полученных в условиях северных территорий в зимний период.
2. Разработка метода идентификации личности и местонахождения человека на основе анализа походки на северных территориях.
3. Проведение экспериментального исследования эффективности разработанного метода на полученных данных.

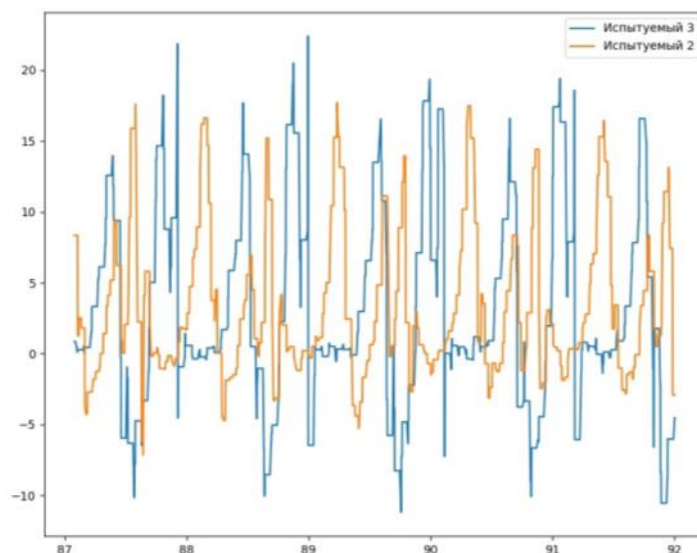


Рис. 2. Визуализация показаний акселерометра участников эксперимента № 2 и № 3 (по оси x – номера измерений, по оси y – показания акселерометра)

Библиографический список

1. Скворцов Д. В. Клинический анализ движений. Анализ походки / Д. В. Скворцов. Иваново: НПЦ «Стимул», 1996. 344 с. ISBN 5-86139-066-5.
2. Grecheneva A. V. The results of the analysis of gait according to mobile phone accelerometer data for an intelligent system of authentication of users / A. V. Grecheneva, N. V. Dorofeev, M. S. Goryachev // Труды международной конференции по компьютерной графике и зрению «Графикон». 2021. № 31. С. 106–113. ISSN 2618-8317.
3. Ижболдина В. В. Анализ траектории движения конечности на основе данных с микромеханических датчиков / В. В. Ижболдина, В. Ю. Будков, А. В. Денисов // Научный результат. Информационные технологии. 2018. Т. 3. № 4. С. 48–61. ISSN 2518-1092.

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МЕДИЦИНЕ И ЗДРАВООХРАНЕНИИ

© Чельшев Н. Д.

Организация с ограниченной ответственностью «Ай-ФОРС»

Москва

Nikolay.Chelyshev@fors.ru

В сообщении рассмотрена роль информационных технологий в медицине и их влияние на диагностику, лечение, управление здравоохранением.

Ключевые слова: медицина, информационные технологии, управление здравоохранением.

APPLICATION OF MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES IN MEDICINE AND HEALTH CARE

© Chelyshev N.

iFORS-Limited

Moscow

Presentation considers the role of information technology in medicine and its impact on diagnosis, treatment, and health care management.

Key words: medicine, information technology, health care management.

Современная медицина стала активно внедрять информационные технологии, использование которых привело к изменению способов хранения, обработки и передачи медицинской информации. В сообщении рассмотрена роль информационных технологий в медицине и их влияние на диагностику, лечение, управление здравоохранением.

Врачи, работающие с медицинской информационной системой (МИС), получают постоянный оперативный доступ ко всей медицинской истории пациента, результатам лабораторных исследований, рентгенограммам и другим медицинским данным. Это уменьшает время, необходимое для сбора информации, позволяет врачам вовремя принимать решения о назначении лечения, улучшает качество медицинского обслуживания. Информационные технологии позволили автоматизировать деятельность учреждений здравоохранения и департаментов здравоохранения, включая технологические и бизнес процессы лечения и обслуживания пациентов в стационарах, дневных стационарах, поликлиниках, а также для обеспечения связи между департаментами здравоохранения и медицинскими учреждениями на региональном уровне. Автоматизируются процессы ведения электронных медицинских карт, формирования отчетности, управления учреждениями. МИС включает функциональные модули врача стационара, врача поликлиники, управления стационаром и поликлиникой, модули отделений функциональной диагностики, работы с больничными листами, лабораторий, администрации.

Информационные технологии играют важную роль при организации и проведении удаленного общения врача с пациентом. Благодаря этому пациенты, которые живут вдали от медицинских учреждений или не имеют доступа к квалифицированным специалистам по месту жительства, могут получать качественные медицинские услуги, не покидая своего дома. Телемедицинская система позволяет врачам и пациентам общаться в режиме видеоконсультации. Врач имеет возможность назначить видеоконсультацию как конкретному, наблюдаемому им пациенту, так и обозначить свободный слот своего времени, на который пациент сможет самостоятельно записаться. По итогам видеоконсультации врач составляет медицинское заключение, подписывает его электронно-цифровой подписью и публикует это заключение. После первичной консультации врач имеет возможность создать пациенту назначение. Пациент в свою очередь выполняет назначение врача, а система уведомляет последнего об этом. Врачи контролируют выполнение своих назначений и могут, при необходимости, их корректировать. Для постоянного наблюдения за состоянием здоровья пациента система предоставляет врачу возможность сформировать список показателей, значения которых пациент должен передавать в систему. Значения показателей могут быть получены с помощью ручных измерений (например, пульс) или измерений с использованием таких приборов как тонометры, глюкометры, весы и т.п., интегрированных с системой. Система уведомляет врача если допустимые пороговые значения вышли за установленные пределы. С помощью системы пациент может оставить жалобу на состояние своего здоровья.

Рассмотрено решение, позволяющее помочь пациенту и врачу при болезни Паркинсона. Это приложение представляет собой инструмент контроля эффективности использования и распределения лекарственных препаратов, дает врачам и ученым-медикам дополнительный источник данных о заболевании, отслеживает взаимосвязь между назначенной врачом лекарственной терапией, и тремором, одним из проявлений болезни Паркинсона, позволяет зафиксировать, сохранить, и предоставить врачу большой объем данных для оптимизации курса лечения. Предложенное решение дает возможность корректировки и оптимизации лекарственной терапии как на коротких сроках мониторинга (порядка 2 недель), так и на длительных сроках (от 6 месяцев и более). Короткие сроки мониторинга позволяют оперативно принять меры против остро выраженных симптомов, длительный мониторинг способен выявить и показать в графическом виде влияние препарата на организм пациента.

Телемедицинская информационная система планирования и контроля реабилитационного процесса (EMMARENA) предназначена для решения текущих задач в процессе реабилитации по широкому спектру нозологий. Система EMMARENA автоматизирует процесс проведения реабилитации пациентов от момента формирования плана реабилитации до завершения восстановления пациента с возможностью контроля выполнения пациентом всех назначений. EMMARENA позволяет сделать экспертизу ведущих реабилитологов, физиотерапевтов и представителей других специальностей доступной для широкого круга медицинских специалистов, сопровождающих пациентов в процессе реабилитации. В EMMARENA реализована возможность использования опыта и знаний ведущих специалистов, как во время стационарного лечения пациентов, так и для сопровождения пациентов на дому.

Одним из самых обещающих направлений, которые открываются благодаря информационным технологиям, является использование искусственного интеллекта (ИИ) в медицине. ИИ может быть использован для анализа собранных данных и выявления взаимосвязей между показателями здоровья пациентов и диагнозами, что помогает врачам в принятии решений о лечении и профилактике заболеваний, а государственным и муниципальным органам управления здравоохранением эффективнее планировать развитие медицинских услуг населению. Современная система здравоохранения фокусируется на лечении пациентов, имеющих уже выявленные проблемы со здоровьем. К сожалению, болезни обнаруживаются, как правило, на поздних этапах их развития, что затрудняет процесс лечения и увеличивает его стоимость. Поэтому, одной из важнейших задач является выявление болезней на ранних стадиях. Этим занимается система профилактической медицины. Выявление же предрасположенности к заболеваниям, определение рисков их развития и смертности от них, в абсолютном большинстве случаев остаются вне пределов видимости врачей. Появление научно обоснованных методов в этой сфере стало бы следующим уровнем развития системы здравоохранения, дополнив ее возможностями создания персонализированной системы управления здоровьем.

Компания Ай-ФОРС на протяжении ряда лет сотрудничает с медицинскими научно-исследовательскими организациями в США и в Швейцарии, разрабатывающими научно обоснованную методику выявления предрасположенности к заболеваниям и определение рисков их развития и смертности от них. На основе этой методики строятся модели выявления предрасположенности и рисков для здоровья. Компания Ай-ФОРС реализовала эту методику и модели в программном сервисе для проведения онлайн чекапов, способном дать заключение для оценки заболеваемости и рисков смертности на длительном горизонте времени. Основа методики – это предиктивные модели анализа здоровья, предназначенные для определения рисков возникновения различных заболеваний на горизонте времени 5–10 лет. Входные данные для моделей включают:

- результаты объективных исследований, такие, как общие и специализированные анализы крови, ЭКГ, рентгенографические исследования;
- анамнез жизни пациента, исторические данные родственников;
- параметры образа жизни, такие как данные о его двигательной активности, питании, привычке к курению, а также ряд исторических данных получаемых от медицинских и фитнес датчиков;
- результаты субъективной оценки пациентом своего состояния на основании ответов на специально разработанные опросники.

Полнота входных данных обеспечивает высокую точность оценок рисков, но не является необходимой. Модели осуществляют оценку недостающих данных на основании имеющихся в их распоряжении банков данных. Расчет рисков осуществляется на основе классификационных и предиктивных моделей, уточненных методами машинного обучения с использованием опубликованных результатов проведенных по всему миру клинических исследований. Исходные массивы информации результатов клинических исследований включали более чем 300 миллионов человеко-лет клинических данных.

К сегодняшнему дню реализовано более 50 моделей для оценки рисков возникновения заболеваний по следующим группам заболеваний:

- онкологические заболевания различной природы;
- заболевания системы кровообращения, включая риски возникновения гипертензии, инсульта, инфаркта, хронической ишемической болезни сердца и др.;
- заболевания эндокринной системы, включая сахарный диабет 2 типа, риск метаболической дисфункции;
- заболевания органов пищеварения;
- нефрологические заболевания.

О ПРОБЛЕМЕ СОГЛАСОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

© Черехович А. В., Рего Г. Э.

Петрозаводский государственный университет

Петрозаводск

alexei.cehrehovichmail.eu@gmail.com; regoGr@yandex.ru

Исследование рассматривает актуальную проблему согласования запросов пользователей и ответов моделей искусственного интеллекта. В рамках исследования описываются существующие методы решения проблемы, а также предлагаются способы совершенствования решений, включая формализацию целей и учет различий в ценностях пользователей

Ключевые слова: искусственный интеллект (ИИ), обучение, модели.

ON THE ARTIFICIAL INTELLIGENCE ALIGNMENT PROBLEM

© Cherekhovich A. V., Rego G. E.

Petrozavodsk State University

Petrozavodsk

The study addresses the current issue of aligning user requests with artificial intelligence model responses. The research discusses existing methods for addressing this problem and proposes ways to enhance the solution, including goal formalization and accounting for differences in user values.

Key words: Artificial Intelligence (AI), learning, models.

В современном обществе отчетливо наблюдается стремительное развитие технологий искусственного интеллекта (ИИ). Под технологией ИИ будем понимать различные методы, подходы и системы для создания искусственных сущностей, способных к выполнению задач, которые обычно требуют человеческого интеллекта. Технологии ИИ находят все более широкое применение во множестве областей, включая образование, разработку программного обеспечения, медицину, право и т.д. Следовательно, растет число пользователей, применяющих эти технологии.

Однако, существует проблема согласования между запросами пользователей и ответами, полученными от моделей ИИ. Под моделью ИИ будем понимать какую-то программу, разработанную с использованием технологий ИИ для решения определенной задачи. Несогласованность запросов и ответов может привести к неточным ответам, дезинформации или даже критическим ошибкам, что потенциально способно оказать негативное воздействие на пользователя, доверяющего моделям ИИ в сфере, в которой он не обладает экспертным опытом (как, например, в случае, когда пользователь обращается к модели ИИ с вопросом о том, какое лекарство следует принять при ощущении боли в области сердца). В свете вышеизложенного, проблема согласования между запросами, представленными пользователем, и ответами моделей ИИ, становится актуальной и распространяется на различные сферы, включая медицину, юриспруденцию, науку, бизнес и технологии [1].

Цель исследования заключается в повышении эффективности взаимодействия пользователей с технологиями искусственного интеллекта путем совершенствования методов решения проблемы согласования.

Для достижения этой цели необходимо изучить существующие методы решения проблемы согласования между запросами пользователей и ответами моделей ИИ. На данный момент существуют следующие методы и подходы для решения проблемы согласования технологий ИИ:

1. Обучение с подкреплением (Reinforcement Learning, RL). Агент (модель ИИ) может взаимодействовать с окружающей средой, но не имеет сведений о ней. Под агентом ИИ будем понимать сущность или программу, способную взаимодействовать с окружающей средой и принимать решения на основе модели ИИ. У агента имеется стратегия, которая определяет, какие действия он должен выбирать в зависимости от его текущего состояния. Агент, в соответствии с выбранной стратегией, осуществляет действия в контексте определенной окружающей среды, при этом последняя реагирует на действия агента, предоставляя информацию о своем текущем состоянии. В результате этих действий агент получает вознаграждение. Агент использует обратную связь для обновления своей стратегии таким образом, чтобы максимизировать награду в будущем [2; 4].

2. Обучение с подкреплением от человека (Reinforcement Learning from Human) – метод обучения с подкреплением, включающий обратную связь от экспертов (людей, разбирающихся в исследуемой среде), которые могут оценить правильность ответа, а также включающий основы обучения с подкреплением. Предлагаемый метод, основанный на имитации действий экспертов, обладает потенциалом для ускорения обучения и повышения производительности агента путем передачи ему стратегии, успешно применяемой экспертом. Это способствует снижению времени, необходимого для достижения определенного уровня навыков агента, и снижению вероятности совершения нежелательных действий. Однако следует учитывать, что эффективность данного метода зависит от качества предоставленных экспертных демонстраций и требует наличия экспертов для их сбора, что может ограничивать его применение в некоторых сценариях [2; 4].

3. Обучение на отобранных примерах (Модели LIMA: Less Is More for Alignment) – специальная генерация «хороших» примеров, отобранных экспертами, для возможности увеличения эффективности модели ИИ. Метод обучения на отобранных примерах рассматривается на примере языковой модели ИИ. Знания и возможности модели ИИ, возможно, усваиваются практически полностью во время предварительного обучения. Если метод верен, то предварительно обученную языковую модель достаточно настроить с помощью небольшого набора примеров, что увеличит эффективность разработки моделей ИИ и решит проблему согласования [4].

Увеличение разнообразия, качества и объема данных может дать рост эффективности работы модели ИИ. Соответственно, модель ИИ сможет адаптироваться к разным стилям запросов (разговорный или научный стиль с пониманием контекста, к примеру) предоставлять более точные и верные ответы на запросы пользователей, лучше понимать контекст запросов [2; 3].

4. Ограниченное исследование (Bounded Exploration) – предоставление агенту полной свободы в среде, в которой эксперты могут легко обнаружить ошибку. Этот подход позволяет агенту (модели ИИ) взаимодействовать в ограниченной среде без жестких правил и контроля, что может помочь модели обучаться. Ограниченное исследование также может быть связано с использованием моделей и прогнозированием будущих последствий действий. Если у агента есть модель окружающей среды, он может использовать ее, чтобы предсказать, выходит ли его действие за пределы безопасной области состояний. Этот метод важен для обеспечения безопасности агентов ИИ, особенно в областях, где безопасность играет решающую роль, таких как беспилотные автомобили, летательные аппараты и т. д. [2].

5. Онлайн обучение (Online RLHF) – метод обучения модели ИИ, при котором модель постоянно обновляется и улучшается по мере поступления новых данных. В отличие от традиционных методов обучения, при которых модель обучается на фиксированном наборе данных и затем применяется к новым данным, онлайн-обучение позволяет модели адаптироваться к изменяющимся условиям и новым информационным потокам. Метод позволяет агенту адаптироваться к разнообразным сценариям и динамически оптимизировать свою стратегию, используя человеческую экспертизу [4].

Все описанные методы обладают рядом недостатков. Во-первых, все существующие методы носят описательный характер набора действий, основанного на эвристиках, и не являются формально описанными математическими моделями и методами. Формализация моделей позволит увеличить предсказуемость результата их работы. Однако, в настоящий момент, описать формальную математическую модель, в которой будут учтены все нюансы согласования сложно из-за отсутствия фундаментального понимания, что такое интеллект и как устроена его работа.

Во-вторых, полное отсутствие или слабая формализация целей. Пользователю может казаться, что его запрос прозрачен и понятен, но на самом деле его можно трактовать по-разному. В результате возникает вероятность неверной интерпретации запроса и, соответственно, неверного результата вы-

полнения запроса. Решение этой проблемы может заключаться в создании каталога запросов, согласованность которых была протестирована ранее.

В-третьих, решение проблемы согласования должно учитывать разницу человеческих ценностей у людей. Данная разница обусловлена политическими, религиозными, моральными и прочими убеждениями, которые порождают разницу в ожиданиях результатов на запросы пользователя. Для преодоления этой проблемы необходимо учитывать убеждения отдельного взятого пользователя и социокультурный контекст, в рамках которого он живет.

В-четвертых, стоит отметить многокритериальность проблемы согласования. Помимо того, что первые три недостатка накладывают свои ограничения на решение проблемы, необходимо учитывать, что в разные моменты времени пользователь может ожидать разные результаты от одного и того же запроса. Данный недостаток является наиболее сложным с точки зрения поиска способов его преодоления.

Результаты исследования показали, что проблема согласования между запросами к моделям ИИ и их ответами является актуальной и может приводить к серьезным ошибкам в принятии решений. Существуют методы, которые позволяют улучшить согласованность ответов технологии ИИ на запросы пользователя. Однако все они имеют ряд недостатков и требуют модификации.

Библиографический список

1. Iason Gabriel I. G. Artificial Intelligence, Values, and Alignment / I. G. Iason Gabriel // *Minds and Machines: электронный журнал*. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11023-020-09539-2>. (дата обращения 26.08.2020).
2. Concrete Problems in AI Safety // arXiv: сайт. URL: <https://arxiv.org/abs/1606.06565> (дата обращения 30.09.2023).
3. LIMA: Less Is More for Alignment // arXiv: сайт. URL: <https://arxiv.org/abs/2305.11206> (дата обращения 02.10.2023).
4. Training a Helpful and Harmless Assistant with Reinforcement Learning from Human Feedback // arXiv: сайт. URL: <https://arxiv.org/abs/2204.05862> (дата обращения 13.10.2023).

ПРИКЛАДНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ В ЗАДАЧАХ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ

© Чувашов А. А.¹, Кожевникова П. В.¹, Кунцев В. Е.¹, Мушинский В. Л.²

¹Ухтинский государственный технический университет, ²ЛУКОЙЛ-Усинскнефтегаз

¹Ухта; ²Усинск

achuvashov@ugtu.net

Описываются проблемы подсчета запасов углеводородов в связи со спецификой получения исходных данных. Предлагается применение теории нечеткого моделирования для достоверного подсчета запасов. Рассматривается создание программного комплекса, содержащего в себе разработанный авторами алгоритм решения оптимизационной задачи.

Ключевые слова: нечеткое моделирование, оценка запасов углеводородов, алгоритм сжатия, фазификация, метод оптимизации.

APPLIED APPLICATION OF ELEMENTS OF FUZZY SET THEORY IN OIL AND GAS PRODUCTION PROBLEMS

© Chuvashov A. A., Kozhevnikova P. V., Kuntsev V. E., Mushinsky V. L.

Ukhta State Technical University, LUKOIL-Usinskneftegaz

Ukhta, Usinsk

The problems of calculating hydrocarbon reserves are described in connection with the specifics of obtaining the initial data. It is proposed to use the theory of fuzzy modeling for reliable calculation of reserves. We consider the creation of a software package containing an algorithm developed by the authors for solving an optimization problem.

Key words: fuzzy modeling, hydrocarbon reserves estimation, compression algorithm, phasification, optimization method.

Важнейшей из задач при планировании разработки нефтяных и газовых месторождений является подсчет запасов углеводородов, находящихся в их недрах. На основании этой характеристики проектируются способы извлечения флюида на поверхность, утверждаются применяемые технологии и оборудование, а также планируется обустройство прилегающих территорий (строительство автомобильных дорог, линий трубопроводов и т. д.).

Принципиальные правила подсчета и учета углеводородного сырья формируются, базируясь на полной изученности залежей и месторождений, а также исходя из возможности и их готовности к промышленной разработке.

Оценка достоверности петрофизических параметров играет огромную роль при подсчете запасов углеводородов. Данная задача относится к задачам, решаемым в условиях неопределенности. Традиционно для решения данных задач используются статистические методы, но при статистической обработке данных необходимо повторно проводить эксперименты, что не представляется возможным при решении задач нефтегазопромышленной отрасли. Особенности измеренных петрофизических параметров «кern-кern» и «кern-ГИС», лежащих в основе формирования математических моделей в нефтегазовой отрасли, являются фрагментарность, неоднородность и неопределенность. Данная неопределенность в результате наследуется в конечных построениях. В связи с чем основой ошибочных заключений при оценке достоверности петрофизических параметров порой считается статистическая обработка информации. При решении задач, когда повторное проведение эксперимента невозможно, можно воспользоваться технологией нечеткого моделирования, которая обеспечивает снижение технико-экономических рисков, учитывая неоднородность структуры данных.

Основанием для представления данных в форме нечетких отношений служит понятие поле рассеяния. Его предлагается строить на основе алгоритма сжатия информации. Алгоритм сжатия информации позволяет снизить размерность величин и избавиться от случайной информации, присутствующей в наборе исходных данных, подразумевая, что исходные данные получены от источников и являются откликом от данных источников, который фиксируется при проведении экспериментов.

Целью алгоритма является поиск наименьшего количество источников, при которых невязка между картой плотности исходных данных и рассчитанным полем рассеяния удовлетворяет заданному условию.

Поле рассеяния представляет линейную комбинацию функций экспоненциальной модели.

Предложенная модель имеет принцип максимальной энтропии, т. е. информация, полученная от источников – это итог диффузии, которая длилась определенное время.

Решение задачи заключается в распределении источников \mathbf{s}^k и нахождении их веса $\omega(\mathbf{s}^k)$, которое основано на представлении о том, что рассчитанное значение поля рассеяния, следующее из экспериментальных данных, это результат диффузии, который привел к сглаживанию более точной зависимости $\omega(\mathbf{s}^k)$:

$$\begin{cases} A[\omega(\mathbf{s})] = \mathfrak{U}^\varepsilon(\mathbf{s}) \\ \|\mathfrak{U}^\varepsilon(\mathbf{s}) - \mathfrak{U}(\mathbf{s})\| \rightarrow \min' \end{cases} \quad (1)$$

где A – оператор для расчета поля рассеяния.

Алгоритм решения задачи состоит из двух этапов:

- на первом этапе решается задача расположения источников;
- на втором – подбор веса источников.

Первый этап

Для определения местоположения источников на сетке воспользуемся алгоритмом кластеризации. Кластеризация – это разбиение исходных данных на кластеры. Кластеры представляют из себя группы со схожими характеристиками, которыми, в нашем случае, являются значения одновременно измеренных параметров.

В основе алгоритмов кластеризации лежит критерий сравнения объектов, которым, как правило, является расстояние. Для расчета расстояния была выбрана метрика квадрата евклидова расстояния (ρ) между объектами x и x' .

Квадрат евклидова расстояния применяется, чтобы придать большие веса более отдаленным друг от друга объектам.

В качестве алгоритма кластеризации для решения поставленной задачи был выбран метод k -средних, позволяющий построить оптимальное решение (выбор координат источников) на основе минимизации суммарного квадратичного отклонения объектов кластера от центров данных кластеров.

Входными данными для решения задачи кластеризации являются вектор значений параметров и количество источников. Выбранный метод удобен тем, что рассчитанные центры кластеров будут использованы в качестве координат источников данных.

Второй этап

Для решения задачи в рамках второго этапа с целью расчета весов источников в точках (центров кластеров), полученных на первом этапе, можно воспользоваться алгоритмом Хука-Дживса. Данный метод относится к методам прямого поиска экстремума функции и состоит из исследующего поиска и поиска по образцу. Исследующий поиск предназначен для определения направления минимизации. Поиск по образцу заключается в изменении параметров функции вдоль выбранного направления. Метод Хука-Дживса широко применяется при решении инженерных задач.

В качестве исходных данных для расчетов использовался набор одновременно измеренных значений между параметрами карбонатных пород Салюкинского месторождения Тимано-Печорской нефтегазовой провинции. Для эксперимента количество источников при решении задачи кластеризации было выбрано 52 (рисунок 1).

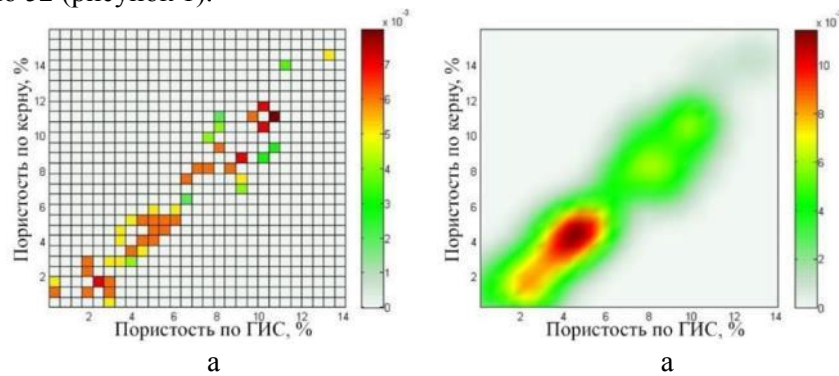


Рис. 1. Эксперимент (52 источника): карта источников (а) и поле рассеяния (б)

Для решения задачи (1) в рамках второго этапа с целью расчета весов источников в точках (центров кластеров), полученных на первом этапе, можно воспользоваться алгоритмом Хука-Дживса.

Основным недостатком алгоритма Хука-Дживса является низкая скорость расчета, что свойственно всем методам решения оптимизационной задачи, основанным на принципе перебора исходных данных (методы прямого поиска). Данный недостаток создает проблему в условиях промышленной оценки количества углеводородов. В связи с этим, авторами данной статьи проводилось исследование, направленное на разработку собственного метода решения оптимизационной задачи.

Вычислительной основой для решения задачи в рамках второго этапа (для определения веса источников в точках, рассчитанных на этапе кластеризации), служит итерационный процесс, на $z + 1$ итерации имеющий вид

$$\begin{cases} \Delta\omega^{z+1}(s) = \Delta\omega^z(s) + \alpha^z A'^*[\omega(s)]\varphi^z \\ \|\Delta\omega^{z+1} - \Delta\omega^z\| \leq \theta \\ \varphi^z = \mathfrak{U}(s) - \mathfrak{U}^e(s) \end{cases}$$

где φ^z – невязка между рассчитанным полем рассеяния на итерации z и картой плотности исходных данных.

В рамках итерационного процесса необходимо построить и адаптировать модель (подобрать параметры $\omega(s)$) к реальным данным.

Числовой параметр α^z – параметр релаксации, подбираемый на каждом шаге так, чтобы итерационный процесс сходиллся:

$$\alpha^z = \frac{\|A'^*[\omega(s)]\varphi^z\|^2}{\|A'[\omega(s)]A'^*[\omega(s)]\varphi^z\|^2}$$

Оператор $A'[\omega(s)]$ есть производная Фреше к оператору $A[\omega(s)]$ в «точке» $\omega(s)$. $A'[\omega(s)]$ – линейный оператор, действующий на $\Delta\omega(s)$:

$$A'[\omega(s)] = \begin{pmatrix} \frac{\partial A[\omega(s)]}{\partial \omega_{1,1}} & \dots & \frac{\partial A[\omega(s)]}{\partial \omega_{1,m}} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial A[\omega(s)]}{\partial \omega_{n,1}} & \dots & \frac{\partial A[\omega(s)]}{\partial \omega_{n,m}} \end{pmatrix}$$

После того как итерационный процесс завершился, и найдено решение $\Delta\omega(\mathbf{s})$, служащее новым приближением для распределения веса источников, задается новое значение количества источников, на основе которых весь процесс повторяется.

Библиографический список

1. Алтунин А. Е., Семухин М. В. Сравнительный анализ использования вероятностных и нечетких методов оценки неопределенности и рисков при подсчете запасов и ресурсов углеводородов // Нефтяное хозяйство. 2011. № 9. С. 44–49.
2. Алтунин А. Е., Семухин М. В., Ядрышников О. А. Методы анализа неопределенностей геолого-промысловых систем и нечеткие имитационные модели // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. 2015. № 5. С. 33–43.
3. Кожевникова П. В., Кунцев В. Е., Чувашов А. А. Влияние шага расчетной сетки при построении функций принадлежности отношений между петрофизическими параметрами // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки.– 2022. № 7. С. 132–137.
4. Кожевникова П. В., Кунцев В. Е., Чувашов А. А. Математическая модель расчета источников информации при построении функции принадлежности в задачах оценки достоверности запасов углеводородов // Научный журнал «Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика». 2023. № 1. С. 98–104.
5. Чувашов А. А., Кожевникова П. В. Актуальность применения теории нечетких множеств при планировании разработки месторождений природного газа с учетом неопределенности исходных данных // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2021. № 7. С. 132–137.

НЕОБХОДИМЫЙ УРОВЕНЬ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ПО ОБУЧЕНИЮ НАВЫКАМ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СОТРУДНИКОВ ОУ

© Шубинский М. И.

Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)

Санкт-Петербург

shubinskiy@gmail.com

Сейчас один из самых важных вопросов стоящих сейчас перед ОУ с точки зрения информационных технологий – это вопрос информационной безопасности. В данной работе автором дается общий анализ необходимого уровня повышения квалификации по обучению навыкам информационной безопасности.

Ключевые слова: риск, безопасность, образовательная среда.

REQUIRED LEVEL OF ADVANCED TRAINING FOR TEACHING INFORMATION SECURITY SKILLS TO EMPLOYEES OF EDUCATIONAL INSTITUTIONS

© Shubinskiy M.

St. Petersburg State Institute of Technology

St. Petersburg

Now one of the most important issues now facing the educational institution in terms of information technology – it is a question of information security. In this work, the author provides a general analysis of the required level of advanced training for teaching information security skills.

Key words: risk, safety, learning environment.

Введение

Скачкообразное насыщение компьютерами, случившееся в начале 2000-х годов в России породило целый ряд насущных проблем, связанных с внедрением информационных технологий в образовательный процесс. В последние 15 лет одной из основных задач системы образования стало выстраивание информационной образовательной среды. Сейчас, когда уже можно говорить, о существующей информационной среде в образовательных учреждениях (ОУ), один из самых важных вопросов сто-

ящих сейчас перед ОУ с точки зрения информационных технологий – это вопрос информационной безопасности, или говоря иначе – создание безопасной информационной среды ОУ.

В данной работе автором дается общий анализ по обучению основным подходам к информационной безопасности в образовательном учреждении.

I. Подход к обеспечению безопасности информационно-образовательной среды образовательного учреждения

В настоящий момент специализированные курсы по информационной безопасности проводятся для специалистов с высшим техническим образованием, работающих в области защиты информации. Но для работников образования, часто, нужны программы, не углубляющиеся в технические детали, зато дающие полноценный анализ законодательства и рассматривающие организационные меры по информационной безопасности, в том числе вопросы выбора технических решений и подрядных организаций. Причем для разных работников ОУ, требуются курсы, имеющие различное содержание.

Так, для управляющих работников ОУ требуется знать, какие бумаги необходимо заполнять всем сотрудникам, в каком случае требуется обращаться в надзорные или иные органы власти, что можно, а что необходимо сделать своим работникам с компьютерами и программным обеспечением школы с точки зрения информационной безопасности. При этом, ректорам (директорам) ОУ и их заместителям (проректорам) не требуется знать, например, каким образом необходимо обеспечить непопадание с компьютеров учащихся на компьютеры бухгалтеров.

Можно сказать, что обеспечение безопасности информационно-образовательной среды делится на три, практически не пересекающиеся, части. Первая часть это организационно-деловая – или, можно сказать, управленческая, вторая часть это программистская и компьютерная и третья часть педагогическая.

В настоящий момент, только обеспечение программистской и компьютерной части, охвачено необходимым набором методической литературы. Это связано с тем, что курс информационной безопасности присутствует в вузах, есть преподаватели, которые его читают, и соответственно для данного предмета (предметов) есть требуемые наборы методической литературы. Конечно, требуется обучить много специалистов, работающих в образовательных организациях (только в Санкт-Петербурге требуется обучить не менее 2500 человек, работающих в образовании), но подобные курсы уже существуют и ведутся, хотя их до сих пор не хватает.

Педагогическая часть обеспечения информационной безопасности, к сожалению, в настоящее время, остается недостаточно развитой. Вопрос с обучением учащихся информационной безопасности в школе, серьезно обсуждался в министерстве образования и в Совете Федерации еще в 2013–2014 годах. Все темы, связанные с безопасностью детей в информационном обществе, которые требуется обсудить в школе, не вошли ни в курс информатики (который преподается только с 7 класса), ни в курс ОБЖ. Предполагается обучать навыкам безопасности при работе в сети Интернет в курсах, которые являются дополнительным. При этом в Распоряжение Правительства РФ от 28 апреля 2023 г. № 1105-р в концепции информационной безопасности детей в Российской Федерации написано, что в целях формирования у детей и подростков правильного безопасного алгоритма поведения в сети «Интернет» необходимо провести анализ образовательных программ, а также факультативных учебных предметов, курсов, дисциплин, предлагаемых образовательными организациями, а также сформировать и интегрировать в образовательный процесс уроки информационной безопасности и цифровой грамотности детей.

Исходя из вышеперечисленного, необходимо обучить педагогов данной дисциплине – информационной безопасности или кибербезопасности – и тому, как именно ее предполагается вести. Для этого требуются курсы в институтах усовершенствования учителей, в педагогических университетах и других вузах. На данный момент такие курсы, конечно, существуют в различных образовательных учреждениях, но они встречаются недостаточно часто.

Вернемся к организационно-деловой части обеспечения информационной безопасности. В настоящее время, практически нет курсов, которые были бы посвящены всему требуемому материалу. Поскольку над образовательными учреждениями контроль по поводу информационной безопасности ведется только Роскомнадзором за соответствием обработки персональных данных требованиям законодательства, то все остальные риски, имеющие отношения к информационной безопасности, часто не принимаются во внимание. Однако, эти риски существуют и оказывают большое влияние на образовательное учреждение.

II. Риски информационной образовательной среды

Риск – определяет степень опасности воздействия угрозы (или набора угроз) на систему (объект, ресурс или процесс).

Для каждой информационно-образовательной среды существуют риски, реализация которых приведет информационную среду в неработоспособное состояние или в состояние, в котором эффективность работы среды будет существенно снижена.

В данной работе для организационно-деловой части обеспечения безопасности информационно-образовательной среды предлагается следующее разбиение рисков на группы в соответствии с объектом (субъектом) образовательного процесса на который они воздействуют.

Управленческие (или организационные) риски – отрицательное влияние на управленческие процессы.

Финансовые риски – отрицательные воздействия на финансовое состояние учреждения.

Политические риски – отрицательные воздействия на репутацию учреждения.

В группу управленческих рисков, включим те риски, которые приведут к необходимости временной или постоянной перестройки организационной структуры образовательного учреждения. Ярким примером подобного риска может служить риск временной неработоспособности локальной сети учреждения при использовании ОУ электронного журнала.

В группу финансовых рисков, включим все те риски, которые связаны с понесением учреждением финансового ущерба. Это в первую очередь порча оборудования и программного обеспечения. Вторая группа финансовых рисков связана с вопросами госзаказа, начисления заработной платы и иных экономических вопросов.

В группу политических рисков включим риски, отрицательно влияющие на имидж учреждения, что может сказаться на наборе желающих учиться в данном учреждении, и может привести либо к ухудшению контингента учащихся, либо даже к его уменьшению, что при нынешних принципах финансирования может серьезно сказаться на бюджете. Часть политических рисков связана с необходимым выполнением ОУ федеральных и региональных законодательных актов, и иных нормативных документов, связанных с информатизацией, а также требований надзорных органов.

Разобравшись с группами рисков, стоящими перед руководством образовательных учреждений, мы оказываемся в ситуации, практически полного, отсутствия обучающих курсов для руководителей ОУ, в которых бы говорилось: об имеющихся угрозах образовательным учреждениям с точки зрения информационной безопасности, к чему могут привести реализация угроз и об имеющихся или требующихся защитных мероприятиях.

III. Необходимое повышение квалификации в рамках организационно-деловой части обеспечения информационной безопасности

В настоящее время, существуют курсы для руководящих работников образования по информационной безопасности, однако в рамках данных курсов практически не бывает информации по управленческим и финансовым рискам. Чаще всего, на данных курсах рассматривают проблемы связанные с выполнением учреждением законодательных актов в области персональных данных. Проблема не только в том, что именно права субъектов персональных данных нарушаются, сколько в том, что Роскомнадзор реально контролирует выполнение законодательных актов. В то время как остальные вопросы по информационной безопасности являются, в основном, внутренними вопросами организации.

Рассмотрим три группы рисков информационно-образовательной среды, и для каждой группы предположим педагогические организации (университеты, колледжи и школы), в которых данные риски будут существовать.

В группу управленческих рисков, включим две группы рисков. Риски, которые приведут к необходимости временной перестройки организационной структуры образовательного учреждения. Данные риски присутствуют во всех образовательных учреждениях (например, процесс болезней преподавателей).

Риски, которые приведут к необходимости постоянной перестройки организационной структуры образовательного учреждения. Данные риски, одновременно, затрагивают гораздо меньшее число ОУ. Однако все образовательные учреждения должны быть готовы к необходимости перестройки организационной структуры.

Вспомним, что финансовые риски – это отрицательные воздействия на финансовое состояние учреждения (прямые финансовые потери). Финансовые риски, прежде всего, связаны с понесением учреждением финансового ущерба.

В данном случае, мы имеем несколько групп рисков, связанных с вопросами работоспособности оборудования и программного обеспечения. Первая группа рисков будет касаться только неработоспособности компьютеров, и данные риски присутствуют во всех образовательных учреждениях. Вторая группа рисков касается работы программного обеспечения компьютеров. Эта группа рисков,

также, присутствует во всех ОУ. Третья группа финансовых рисков связана с вопросами госзаказа, начисления заработной платы и иных экономических вопросов. Эта группа наиболее важная, однако, вопросы, касающиеся непосредственной работы бухгалтеров в образовательном учреждении, практически не рассматривались в литературе. Эти иски присутствуют во всех вузах и сузах, а также в некоторой части школ.

Политические риски – это отрицательные воздействия на репутацию учреждения.

В группу политических рисков включим риски, отрицательно влияющие на имидж учреждения, что может сказаться на наборе желающих учиться в данном учреждении, и может привести либо к ухудшению контингента обучающихся, либо даже к его уменьшению, что при нынешних принципах финансирования может серьезно сказаться на бюджете. Данные политические риски присутствуют во всех ОУ.

Часть политических рисков связана с необходимостью выполнением ОУ федеральных и региональных законодательных актов, и иных нормативных документов, связанных с информатизацией, а также требований надзорных органов.

Рассмотрим первую группу рисков. В данную группу обязательно включаются риски, связанные с сайтом учреждения. Сейчас в данную группу попадают практически все ОУ, возможны редкие исключения в частных сузах.

Рассмотрим вторую группу рисков. В нее включим риски, связанные с невыполнением ОУ федеральных законов, постановлений и других региональных нормативных актов, связанных с информатизацией образовательных учреждений. Данные политические риски присутствуют во всех ОУ.

Стоит отметить, что, когда мы говорим о рисках, нас интересуют не только причины возникновения тех или иных угроз, но и возможные последствия. Для минимизации возможных потерь имеет существенное значения не только причина, по которой, например, во время конкретного занятия отсутствует Интернет (например, из-за неоплаты услуг провайдера), но и последствия данного события.

Конечно, конкретные наборы рисков могут отличаться в зависимости от региона, особенностей учреждения, его уровня информатизации, но значительная часть финансовых и политических рисков, а также общие подходы к созданию безопасной информационной среды ОУ будут одинаковы.

Исходя из вышеперечисленных рисков, можно сделать вывод, что повышение квалификации в рамках организационно-деловой части обеспечения информационной безопасности для образовательных учреждений должно быть посвящено всем трем группам рисков – финансовым, политическим и управленческим.

Библиографический список

1. Шубинский М. И. Информационная безопасность школы // Вестник ОГУ. 2013. № 1. С. 108–112.
2. Обеспечение безопасности детей в информационной сфере: методические рекомендации для педагогов, психологов, родителей и всех заинтересованных сторон / Центр исследований «Сандж». Казахстан. 2010. URL: <http://www.pandia.ru/text/77/129/116.php>
3. Климонтова Г. Н. Информационная безопасность в компьютерных системах. Выработка практических навыков учащихся // Народное образование. 2013. № 6. С. 265–270.
4. Бояров Е. Н. Ключевые проблемы информационной безопасности сферы образования // Педагогика высшей школы. 2016. С. 42–45.
5. Жарникова Ю. С. Угрозы информационной безопасности образовательного учреждения // Молодой ученый. 2017. С. 60–63.
6. Шубинский М. И. Педагогические риски информационной образовательной среды // Электронный журнал Экстернат.РФ, 2021. <http://ext.spb.ru/index.php/17844>.
7. Шубинский М. И. Риски информационной образовательной среды // Региональная информатика и информационная безопасность. Сборник трудов. Выпуск 11 / СПОИСУ. СПб., 2022. С. 394–398.

ИНДЕКС ФАМИЛИЙ АВТОРОВ СТАТЕЙ

А	Меньшиков М. А. 66
Анисимов Н. Н. 4	Миришкин А. Д. 69
Антощенко А. В. 5	Москин Н. Д. 61, 71, 73
Б	Мохов М. А. 13
Баженов Н. А. 8	Мушинский В. Л. 115
Баканов В. А. 12	Н
Беляев С. А. 13	Назаров А. И. 75
Богоявленская 16	П
Богоявленский Ю. А. 18, 48	Павлов М. П. 77
Болодурина И. П. 27, 36, 38	Печников А. А. 80
В	Присада С. А. 42
Васильев М. И. 69	Р
Вахроева Ю. А. 108	Рего Г. Э. 40, 82, 106, 108, 113
Волкова Е. Ф. 4	Рогов А. А. 86
Волкова Т. В. 21	Романова Е. В. 82
Г	Рудковский К. Е. 84
Гасан И. С. 24	Рыбин Е. И. 8
Гришина Л. С. 27, 36, 38	С
Е	Садиев С. А. 86
Екимова Т. А. 13	Семёнов А. В. 24, 63
Ермаков В. А. 29, 55, 100	Семёнов Р. А. 106
Ершова Н. Ю. 32	Сенаторов А. В. 52
Ж	Сенева А. К. 88
Жигалов А. Ю. 27, 36, 38	Смирнов К. А. 100
Жидкова А. Д. 40	Смирнов Н. В. 88
И	Соловьев А. В. 91, 93
Иванов М. Н. 42	Сосновский И. В. 95
Иванова Н. Н. 103	Суровцова Т. Г. 4
Ивашнев К. Р. 45	Сухорукова А. А. 52, 97
Ивлев И. В. 97	Т
Ившин А. А. 66	Толмачев С. В. 21
К	Топчий Е. Д. 100
Клюшов Н. К. 48	Трутенко М. П. 103
Кожевникова П. В. 115	Туманян М. М. 106
Козырева А. В. 52, 97	У
Корзун Д. Ж. 8, 29, 45, 55, 58, 66, 84, 95, 100	Устинов Д. А. 55
Костин Д. А. 55	Ф
Коток В. А. 58	Фалев А. С. 108
Кривоноженко А. Ф. 5	Ч
Кротков П. В. 42	Чельшев Н. Д. 111
Кузьмин Р. С. 106	Черехович А. В. 113
Кунцев В. Е. 115	Чувашов А. А. 115
Куусела Д. А. 61	Ш
Л	Шубинский М. И. 118
Лапин С. П. 63	Щ
М	Щеголева Л. В. 12
Мадрахимова Д. С. 5	Я
Марахтанов А. Г. 73, 77	Яскеляйнен С. Д. 55
Махилев Р. А. 13	
Мельников Д. С. 55	

СОДЕРЖАНИЕ

© АНИСИМОВ Н. Н., ВОЛКОВА Е. Ф., СУРОВЦОВА Т. Г. РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА КАССЫ САМООБСЛУЖИВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ RFID	4
© АНТОЩЕНКО А. В., КРИВОНОЖЕНКО А. Ф., МАДРАХИМОВА Д. С. МНОГОФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ АНКЕТИРОВАНИЯ РОССИЙСКИХ ЭМИГРАНТОВ ПРАЖСКИМ КОМИТЕТОМ В 1929–1930 гг.	5
© БАЖЕНОВ Н. А., РЫБИН Е. И., КОРЗУН Д. Ж. К СОЗДАНИЮ СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ОПАСНЫХ СИТУАЦИЙ В ОБЩЕСТВЕННЫХ МЕСТАХ	8
© БАКАНОВ В. А., ЩЕГОЛЕВА Л. В. ПОСТРОЕНИЕ КОЛЛЕКЦИИ УНИКАЛЬНЫХ ТЕКСТОВ	12
© БЕЛЯЕВ С. А., ЕКИМОВА Т. А., МАХИЛЕВ Р. А., МОХОВ М. А. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ПРЕДСКАЗАНИЯ БРАКА В ОТЛИВКАХ ИЗ ВЫСОКОПРОЧНЫХ ЧУГУНОВ... ..	13
© БОГОЯВЛЕНСКАЯ О. Ю. НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ» В СОВРЕМЕННОЙ ЦИФРОВОЙ СРЕДЕ	16
© БОГОЯВЛЕНСКИЙ Ю. А. ПОЧЕМУ ВВЕДЕНИЕ В ПРОГРАММИРОВАНИЕ В ВУЗЕ ДЛЯ ИТ-НАПРАВЛЕНИЙ НУЖНО ДАВАТЬ НА ЯЗЫКЕ СИ	18
© ВОЛКОВА Т. В., ТОЛМАЧЕВ С. В. РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОРЕНБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА	21
© ГАСАН И. С., СЕМЁНОВ А. В. ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ И КЛЮЧЕВЫХ ТОЧЕК ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННОЙ СЕТИ YOLO v7 НА БАЗЕ УМНОЙ КАМЕРЫ ОАК-D-PoE	24
© ГРИШИНА Л. С., ЖИГАЛОВ А. Ю., БОЛОДУРИНА И. П. ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕРАТИВНОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ЛИСТА НАЗНАЧЕНИЯ ВРАЧЕБНЫХ РЕКОМЕНДАЦИЙ	27
© ЕРМАКОВ В. А., КОРЗУН Д. Ж. ИМИТАЦИЯ ДАННЫХ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И МОНИТОРИНГА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОЙ ДОСТУПНОСТИ ФИЗИЧЕСКИХ СЕНСОРОВ	29
© ЕРШОВА Н. Ю. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ СИСТЕМ В ВЫПУСКНЫХ РАБОТАХ БАКАЛАВРОВ ФТИ	32
© ЖИГАЛОВ А. Ю., ГРИШИНА Л. С., БОЛОДУРИНА И. П. ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО АННОТИРОВАНИЯ И РЕФЕРИРОВАНИЯ ТЕКСТОВ... ..	36
© ЖИГАЛОВ А. Ю., ГРИШИНА Л. С., БОЛОДУРИНА И. П. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ МОДЕЛИ НА ОСНОВЕ ТРАНСФОРМЕРОВ В ЗАДАЧЕ АННОТАЦИИ ТЕКСТА	38

© ЖИДКОВА А. Д., РЕГО Г. Э. ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДИКИ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА В РАМКАХ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭКОНОМЕТРИКА» ОБУЧАЮЩИМИСЯ НАПРАВЛЕНИЯ «ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ChatGPT	40
© ИВАНОВ М. Н., КРОТКОВ П. В., ПРИСАДА С. А. АРХИТЕКТУРА ДАННЫХ И УПРАВЛЕНИЕ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ В ВЫСШЕМ УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕНИИ.....	42
© ИВАШНЕВ К. Р., КОРЗУН Д. Ж. ТЕКСТОВАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ НОВОСТНЫХ СТАТЕЙ НА ОСНОВЕ НАБОРОВ КЛЮЧЕВЫХ СЛОВ	45
© КЛЮШОВ Н. К., БОГОЯВЛЕНСКИЙ Ю. А. ПОДСИСТЕМА АВТОРЕПОРТ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ДАННЫХ О СЕМЕСТРОВОЙ ОТЧЕТНОСТИ СТУДЕНТОВ ИНСТИТУТА МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	48
© КОЗЫРЕВА А. В., СУХОРУКОВА А. А., СЕНАТОРОВ А. В. О ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЯХ ПРИЛОЖЕНИЯ «ГРАФИЧЕСКИЙ КАЛЬКУЛЯТОР ЛИНИЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА» ДЛЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ВЕДОМСТВЕННОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ.....	52
© КОСТИН Д. А., МЕЛЬНИКОВ Д. С., УСТИНОВ Д. А., ЯСКЕЛЯЙНЕН С. Д., ЕРМАКОВ В. А., КОРЗУН Д. Ж. СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА МОБИЛЬНОГО РОБОТА ДЛЯ ОРИЕНТАЦИИ, ПОСТРОЕНИЯ КАРТЫ МЕСТНОСТИ И РАСПОЗНАВАНИЯ ПРЕПЯТСТВИЙ.....	55
© КОТОК В. А., КОРЗУН Д. Ж. ПРИМЕНЕНИЕ VR-ТЕХНОЛОГИИ К ЗАДАЧАМ АССИСТИРОВАНИЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С НАРУШЕНИЯМИ ДВИГАТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИИ	58
© КУУСЕЛА Д. А., МОСКИН Н. Д. О ПРОЕКТЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ АНАЛИЗА ЛЕКСИЧЕСКИХ СПЕКТРОВ ТЕКСТОВ.....	61
© ЛАПИН С. П., СЕМЁНОВ А. В. ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРАВЛЕНИЯ ВЗГЛЯДА ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ ВИДЕОДАННЫХ.....	63
© МЕНЬЩИКОВ М. А., КОРЗУН Д. Ж., ИВШИН А. А. РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПРИЗНАКОВ ДЛЯ ЗАДАЧИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РИСКА ХРОМОСОМНЫХ АНОМАЛИЙ У ПЛОДА	66
© МИРИШКИН А. Д., ВАСИЛЬЕВ М. И. АДАПТАЦИЯ СТОРОННИХ БИБЛИОТЕК ДЛЯ ДАТЧИКА РАССТОЯНИЙ VL53L1X.....	69
© МОСКИН Н. Д. ЦИФРОВАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА ПО ОБУЧЕНИЮ ИНФОРМАТИКЕ ДЛЯ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «СОЦИАЛЬНАЯ РАБОТА».....	71

© МОСКИН Н. Д., МАРАХТАНОВ А. Г. ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «WEB-ПРОЕКТИРОВАНИЕ» ДЛЯ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ.....	73
© НАЗАРОВ А. И. РЕАЛИЗАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ПО ФИЗИКЕ В ЦИФРОВОЙ СРЕДЕ	75
© ПАВЛОВ М. П., МАРАХТАНОВ А. Г. ПОТЕНЦИАЛ ПРИМЕНЕНИЯ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ВИДЕОАНАЛИТИКИ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ.....	77
© ПЕЧНИКОВ А. А. АНАЛИЗ СОАВТОРСТВА РОССИЙСКИХ МАТЕМАТИКОВ	80
© РОМАНОВА Е. В., РЕГО Г. Э. ПРИМЕНЕНИЕ ChatGPT ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ НАВЫКОВ АУДИРОВАНИЯ	82
© РУДКОВСКИЙ К. Е., КОРЗУН Д. Ж. ОБЗОР СРЕДСТВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ И СЕНСОРИКИ КОЛЕСНЫХ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ.....	84
© САДИЕХ С. А., РОГОВ А. А. РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ОБЛАСТИ «ОБЪЯСНИМЫЙ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ».....	86
© СМИРНОВ Н. В., СЕНЕВА А. К. ЛОКАЛИЗАЦИЯ СТАРТОВЫХ НОМЕРОВ СПОРТСМЕНОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ	88
© СОЛОВЬЕВ А. В. «АНТРЕСОЛИ» – ФАЙЛОВОЕ ХРАНИЛИЩЕ КОМПЛЕКСА МНОГОПЛАНОВОЙ ПОДДЕРЖКИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ФТИ.....	91
© СОЛОВЬЕВ А. В. БОТ ДЛЯ УЧЕТА МОБИЛЬНЫХ ЗАГРУЗОК ИЗОБРАЖЕНИЙ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ НА ВИКИСКЛАД.....	93
© СОСНОВСКИЙ И. В., КОРЗУН Д. Ж. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ VR-ТРЕКЕРОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ VR-ПРИЛОЖЕНИЙ	95
© СУХОРУКОВА А. А., КОЗЫРЕВА А. В., ИВЛЕВ И. В. ОБУЧЕНИЕ В ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ КАК ФАКТОР УСПЕШНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТА ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ.....	97
© ТОПЧИЙ Е. Д., СМИРНОВ К. А., ЕРМАКОВ В. А., КОРЗУН Д. Ж. ОЦЕНКА ПОЛОЖЕНИЯ РУК СПОРТСМЕНА В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ НА СПОРТИВНОМ ТРЕНАЖЕРЕ.....	100
© ТРУТЕНКО М. П., ИВАНОВА Н. Н. ОСОБЕННОСТИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ЯЗЫКА В УНИВЕРСИТЕТЕ	103

© ТУМАНЯН М. М., КУЗЬМИН Р. С., СЕМЁНОВ Р. А., РЕГО Г. Э. КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОТЧЕТНОСТИ В ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ.....	106
© ФАЛЕВ А. С., ВАХРОЕВА Ю. А., РЕГО Г. Э. ОСОБЕННОСТИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ ЧЕЛОВЕКА ПО ПОХОДКЕ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ	108
© ЧЕЛЫШЕВ Н. Д. ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МЕДИЦИНЕ И ЗДРАВООХРАНЕНИИ	111
© ЧЕРЕХОВИЧ А. В., РЕГО Г. Э. О ПРОБЛЕМЕ СОГЛАСОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА	113
© ЧУВАШОВ А. А., КОЖЕВНИКОВА П. В., КУНЦЕВ В. Е., МУШИНСКИЙ В. Л. ПРИКЛАДНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ В ЗАДАЧАХ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ	115
© ШУБИНСКИЙ М. И. НЕОБХОДИМЫЙ УРОВЕНЬ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ПО ОБУЧЕНИЮ НАВЫКАМ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СОТРУДНИКОВ ОУ	118
ИНДЕКС ФАМИЛИЙ АВТОРОВ СТАТЕЙ	122
ИНДЕКС НАИМЕНОВАНИЙ ОРГАНИЗАЦИЙ.....	123
СОДЕРЖАНИЕ.....	124

Научное электронное издание

**ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ОБРАЗОВАНИИ, НАУКЕ,
ОБЩЕСТВЕ**

Материалы XVII Всероссийской
научно-практической
конференции

(Петрозаводск, 22—24 ноября 2023 года)

Ответственный за выпуск *Т. В. Климюк*
Электронная версия *Е. В. Петрова*
Оформление обложки *А. А. Сироткин*

Подписано к использованию 17.11.2023.
1 CD-R, 6,4 Мб. Тираж 100 экз. Изд. № 122

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
185910, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33

<https://petsu.ru>
Тел.: (8142) 71-10-01

Изготовлено в Издательстве ПетрГУ
185910, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33
[URL: press.petsu.ru/UNIPRESS/UNIPRESS.html](https://press.petsu.ru/UNIPRESS/UNIPRESS.html)
Тел/факс: (8142) 78-15-40
nvpahomova@yandex.ru