УДК *004.946*

М.Д. Лутфулин[1], Е.С. Ильин[1], Е.В. Бойков[1]

[1] Красноярский институт железнодорожного транспорта филиал Иркутского государственного университета путей сообщения, г. Красноярск, Российская Федерация

AR - ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Аннотация. *Традиционный подход к организации учебного процесса заключается в обеспечении студента актуальным учебным материалом, как правило представленным в форме учебников, соответствующих требованиям федеральных государственных образовательных стандартов, представленных в электронном или печатном видах. Технология отработана, известны границы эффективности такого подхода. Современный тренд обучения, связанный с индивидуализацией плана обучения, ставит вопрос о необходимости выбора новых инструментов донесения знания до обучаемого.*

В предлагаемой работе в качестве такого инструмента предлагается разработка программного обеспечения с использованием технологий дополненной реальности с фокусировкой на возможности реализации интерактивного взаимодействия студента в произвольной последовательности с трехмерными элементами из изучаемой предметной области. Подтверждение эффективности предлагаемого решения может служить основанием для тиражирования такого подхода для повышения эффективности технологических операций железнодорожных предприятий. Более быстрое вхождение в предметную область за счет возможности получения оперативных справочных данных, позволяет начинающему сотруднику сократить время перехода к самостоятельному выполнению трудовых функций с необходимым уровнем качества.

Технологический рост производительности мобильных платформ позволяет решать поставленную задачу непосредственно на мобильном устройстве, что было ранее недоступно. В данной статье проведен анализ исследований о росте производительности мобильных устройств. Дается описание процесса создания приложения для операционной системы android с использованием межплатформенной среды разработки Unity и инструментария разработки программного обеспечения дополненной реальности для мобильных устройств Vuforia. Приводится описание программы, её принцип действия, перспективы дальнейшего развития приложения.

Ключевые слова: *цифровизация, дополненная реальность, мобильные устройства, обучение, Unity, Vuforia.*

M. D. Lutfullin[1], E. S. Ilyin[1], E. V. Boikov[1]

[1] Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University

AR-A TOOL FOR IMPROVING THE EFFICIENCY OF STUDENT LEARNING AND TECHNOLOGICAL PROCESSES

Abstract. *The traditional approach to the organization of the educational process is to provide the student with up-to-date educational material, usually presented in the form of textbooks that meet the requirements of federal state educational standards, presented in electronic or printed forms. The technology has been developed, and the limits of the effectiveness of this approach are known. The modern trend of training, associated with the individualization of the training plan, raises the question of the need to choose new tools for communicating knowledge to the student.*

In the proposed work, as such a tool, we propose the development of software using augmented reality technologies with a focus on the possibility of implementing interactive interaction of a student in an arbitrary sequence with three-dimensional elements from the studied subject area. Confirmation of the effectiveness of the proposed solution can serve as a basis for replicating this approach to improve the efficiency of technological operations of railway enterprises. Faster entry into the subject area due to the possibility of obtaining operational reference data, allows a novice employee to reduce the time of transition to independent performance of labor functions with the necessary level of quality.

Technological growth in the performance of mobile platforms allows you to solve the task directly on the mobile device, which was previously unavailable. This article analyzes research on the growth of mobile device performance. The article describes the process of creating an application for the android operating system using the Unity cross-platform development environment and the Vuforia augmented reality software development tool for mobile devices.

The description of the program, its principle of operation, and prospects for further development of the application are given.

Keywords: *digitalization, augmented reality, mobile devices, learning, Unity, Vuforia.*

Введение

Стратегия цифровой трансформации ОАО «РЖД» и стратегия развития холдинга "РЖД" на период 2030 года предусматривают применение современных цифровых технологий. В частности, в 2020 году ОАО "РЖД" объявило о проведении открытого запроса на поиск инновационных решений по использованию VR- и AR-технологий в техническом обучении для подготовки локомотивных бригад.

Внедрение цифровых технологий является неотъемлемой частью стратегии развития крупных промышленных предприятий как на ближайший период, так и в долгосрочной перспективе. Значительная часть рутинных технологических операций подвергается цифровой обработке – распознавание рукописных цифр [4], дорожных знаков [5, 6], принципиальных и монтажных схем [7], железнодорожного полотна [8], сигнальных знаков на железнодорожном транспорте [9, 10]. А студенты в учебных заведениях по-прежнему зачастую лишены возможности использования интерактивного контента при изучении дисциплин.

Перечисленные тенденции определили потребность в разработке приложения с использованием элементов дополненной реальности для упрощения понимания материала студентами.

Анализ роста производительности мобильных устройств (Рис. 1), поддержка на уровне процессора [1] ускорения вычислений для задач искусственного интеллекта [2] определяет возможность и актуальность решения поставленной задачи создания программного обеспечения на мобильных операционных системах для повышения качества обучения [3].

Основные этапы разработки программного обеспечения

В рамках реализации поставленной задачи разработано мобильное приложение, которое способно распознавать изображения, 2D объекты, текст, а по результату распознавания выдавать результат в виде справочной информации и интерактивного виртуального объекта. В программе реализована функция распознавания схем основных элементов подвижного состава – автосцепного устройство СА-3 и тележки типа ЦНИИ-ХЗ-0. Принцип работы разработанного программного обеспечения заключается в том, что при наведении камеры телефона на схему автосцепки взятую из интернета или учебника на экран мобильного устройства выводится 3D модель этой автосцепки тележки, которая в интерактивной форме предоставляет дополнительная информация о каждом элементе автосцепки\тележки (Рис. 2). Также, помимо схем, дополнительно реализовано распознавание изображения вагона-цистерны и маневрового локомотива с их последующей визуализацией (Рис. 3).

Device	CPU	GPU	MEM	UX	Total Score
1 iQOO 7 (12+256)	198629	311582	114288	99829	724333
2 Mi 11 (12+256)	196246	306310	109125	98885	710572
3 ROG Phone 5 (16+256)	190625	318821	117195	104729	731376
4 iQOO 3 (8+128)	189309	227738	100520	82649	600223
5 Galaxy S21 Ultra 5G (888) (12+256)	186660	283864	110960	91616	673108
6 ROG Phone 3 (12+512)	185255	241197	111689	105357	643503
7 OPPO Find X2 Pro (12+512)	183741	223043	107974	94883	609649
8 BlackShark 3 (8+128)	180200	218777	91805	82589	573379
9 Poco F2 Pro (8+256)	179340	217198	99755	79068	575370
10 OPPO Find X3 Pro (12+256)	179288	308597	103637	81076	672605

Рис. 1. Рейтинг производительности смартфонов по состоянию на март 2021 года согласно Antutu Benchmark

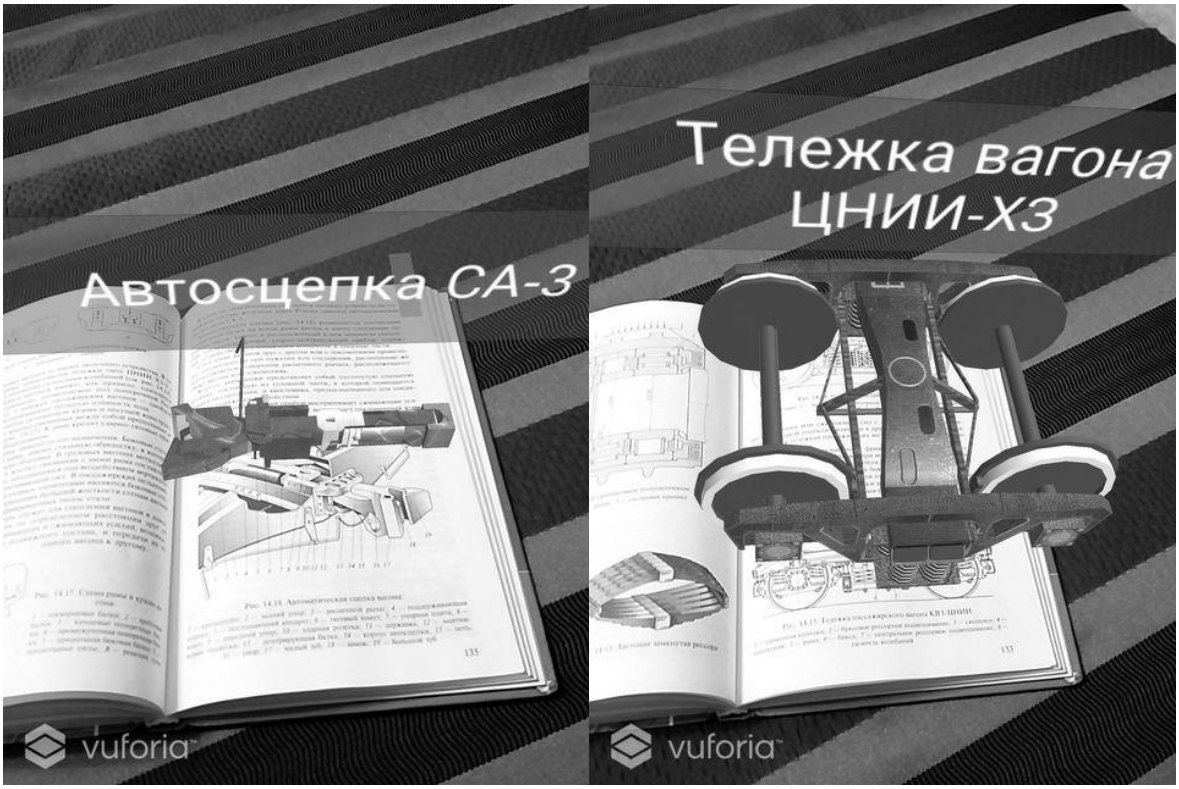

Рис 2. Пример приложения с распознаванием 2D объектов – автосцепное устройство СА-3 и тележка типа ЦНИИ-Х3-0

Рис 3. Пример приложения с распознаванием 2D объектов – маневровый локомтив и вагон-цистерна

Следующей реализованной функцией программного обеспечения является распознавание объёмных физических тел. Принцип работы соответствует ранее описанному, но только теперь программа должна обрабатывать сразу несколько геометрических параметров одновременно. В программе реализовано распознавание модели компрессора электропоезда ЭП3Д. При наведении на объёмную фигуру, в качестве которой использовался макет из картона, выводится 3D модель как самого компрессора, так и его составных частей, при этом каждый элемент подписан и содержит информацию по эксплуатации этого устройства (Рис. 4).

Рис. 4. Пример приложения с распознаванием 3D объектов

Представленная фотография (Рис. 5) работы программного обеспечения на планшете в реальном окружении позволяет отчасти оценить вовлеченность пользователя в процессе работы с разработанным программным обеспечением.

Рис. 5. Образ проекта в реальности

Программное обеспечение создавалось в актуальной версии межплотформенной среды разработки Unity с применением дополнительного плагина Vuforia Engine (Рис. 6). Ниже приведены основные шаги для создания приложения с элементами AR.

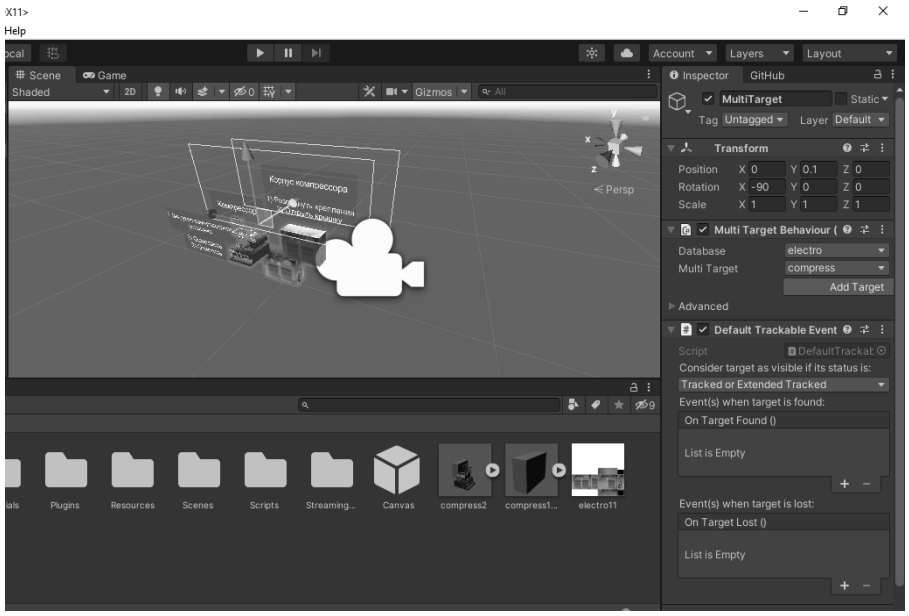

Рис. 6. Рабочее пространство проекта в Unity

Для начала разработки приложений требуется установить в Unity плагин Vuforia Engine, для чего предварительно необходимо пройти процедуру регистрации на сайте https://developer.vuforia.com

Далее необходимо изменить свойства создания проекта – меняем платформу программы на ту, для которой создается приложение, в данном случае с PC ОС на ОС Android (Рис.7).

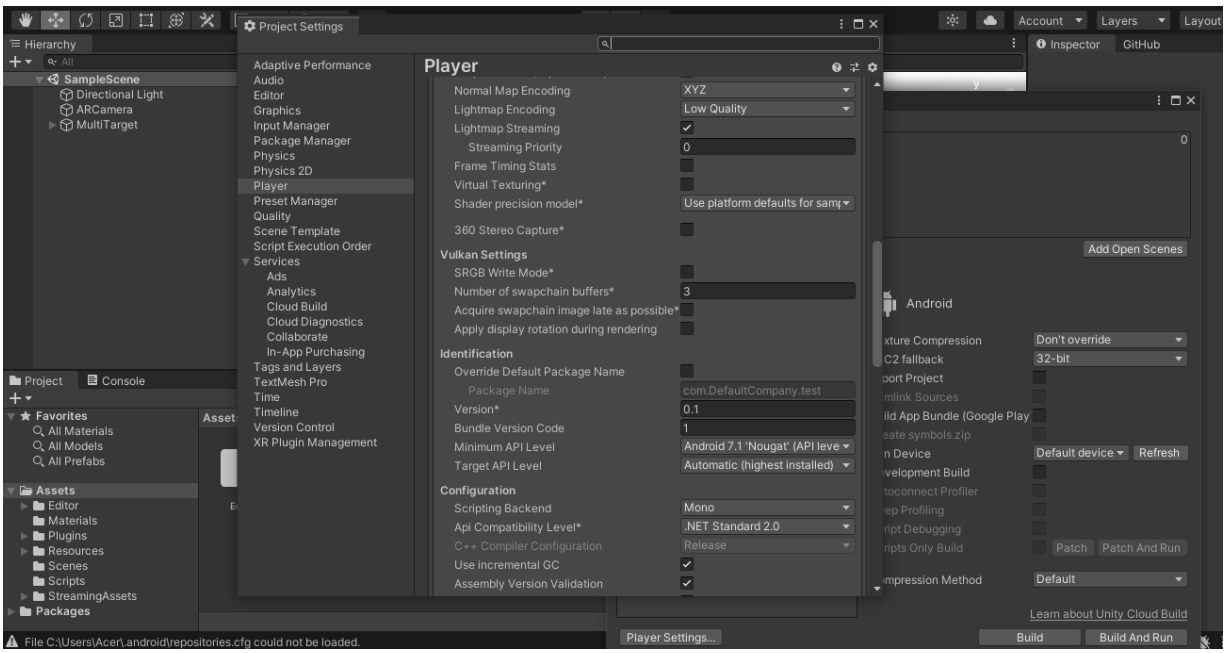

Рис. 7. Настройка проекта в Unity

Внедряем плагин и данные Vuforia в проект (Рис.8).

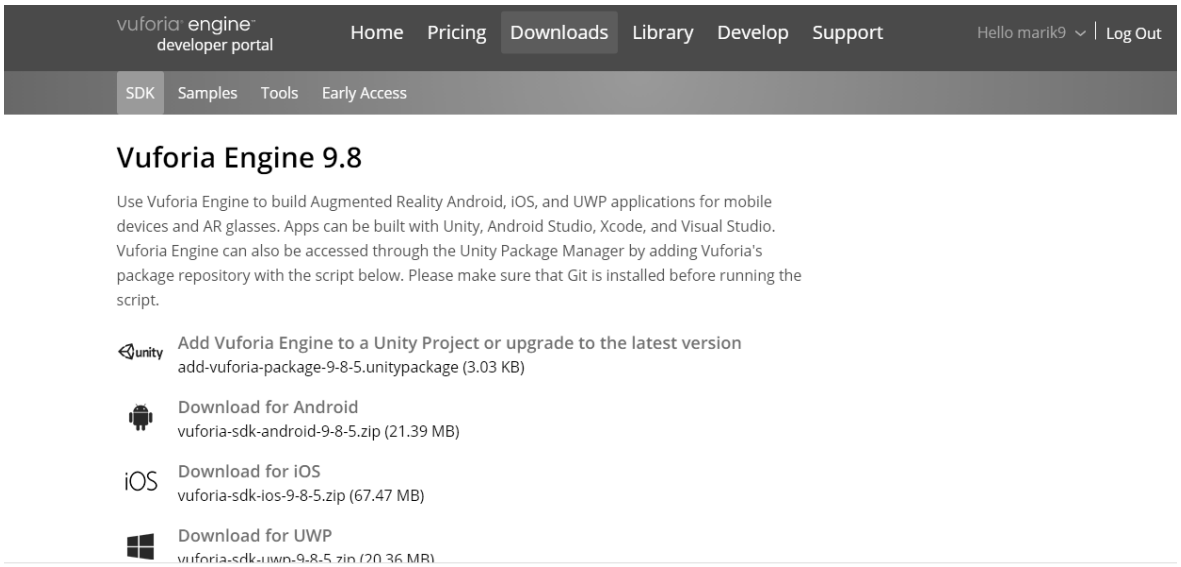

Рис. 8. Сайт Vuforia Engine

Данные для идентификации метки Vuforia для проекта создаются на сайте Vuforia в разделе «Develop»-«Target Manager» (Рис. 9, 10).

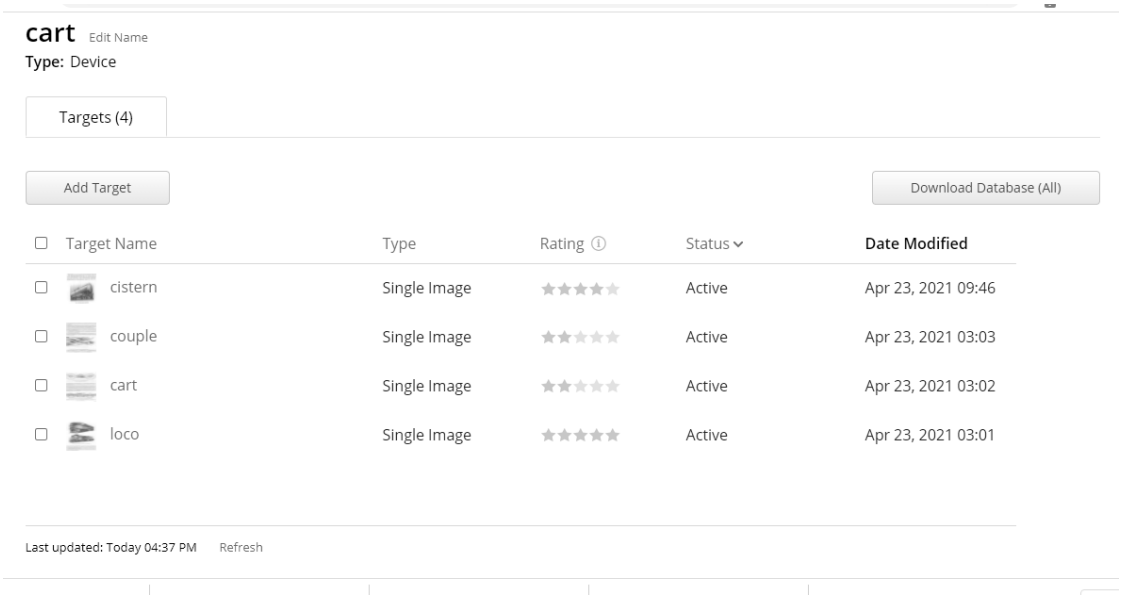

Рис. 9. Оценка качества созданной метки на сайте Vuforia

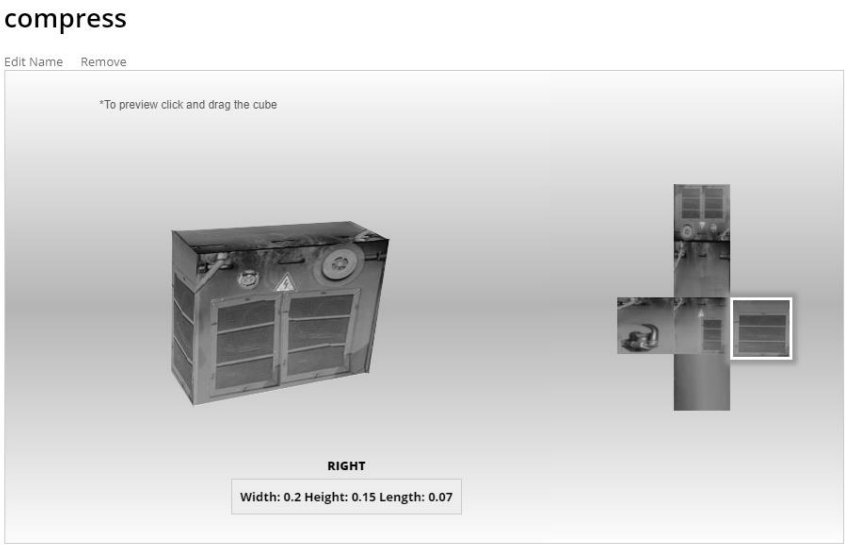

Рис. 10. Создание 3D метки на сайте Vuforia

После загрузки данных с описанием меток с сайта Vuforia, нужно добавить в проект ранее подготовленные 3D модели, а также текстуры и скрипты, которые понадобятся для работы приложения в дальнейшем.

После реализации вышеперечисленных действий, необходимо в Unity сгенерировать apk-файл, который будет устанавливаться на мобильное устройство. Работоспособность программы с экранами разного разрешения можно опробовать на виртуальном устройстве, либо непосредственно загрузить в мобильное устройство, установить и запустить его.

Перспективы развития проекта.

Проект находится в активной стадии развития, запланировано расширение функционала путем создания подвижных элементов моделей, анимации, видеороликов, добавление новых сцен, ситуаций, голосового сопровождения, внедрение элементов машинного обучения, искусственного интеллекта. Это должно не только облегчить, но и сделать более интересным и эффективным процесс обучения студентов.

Развитие проекта не ограничивается использованием только в качестве инструмента повышения уровня усвоения учебного материала. Планируется его использование для решения задач информационного сопровождения технологических операций. Функционал приложения работников ОАО «РЖД» может заключаться в идентификации этапа выполнения текущей операции и формировании соответствующей текущему технологическому процессу

интерактивной справочной информации, а также контролю ее корректного исполнения. Она будет служить подсказкой, на что именно стоить обращать внимание при проведении текущего рода работ. Приложение можно применять как на смартфонах, так и на очках дополненной реальности, что поможет ускорить и повысить качество выполнения производственных операций. При внедрении элементов машинного обучения и распознавания образов появляется возможность идентификации объектов, например, отдельных элементов подвижного состава, что позволит определять степень их изношенности (Рис. 11).

Рис. 11. Концепт использования дополненной реальности в локомотивном депо

Заключение

Таким образом, применение мобильных устройств с функцией дополненной реальности является перспективным направлением цифровизации и может повысить эффективность и качество не только в образовательном, но и в производственном процессах.

В качестве критерия эффективности для учебного процесса выделим скорость усвоения материала, вовлеченность в образовательный процесс, глубина остаточных знаний. Исследования, проведенные в Красноярском институте железнодорожного транспорта, подтвердили эффективность предлагаемого подхода [3].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ильин, Е. С. Решение задачи распознавания рукописных цифр сверточными нейронными сетями различной структуры, с применением графического процессора / Е. С. Ильин, В. А. Шведов // Труды девятнадцатой научно-практической межвузовской конференции студентов КрИЖТ ИрГУПС, Красноярск, 21–25 апреля 2015 года. – Красноярск: Красноярский институт железнодорожного транспорта - филиал Иркутского государственного университета путей сообщения, 2015. – С. 39-40.
2. Ильин, Е. С. Интеллектуальная система анализа данных на основе нейронных сетей : специальность 05.13.01 "Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям)" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Ильин Евгений Сергеевич. – Красноярск, 2004. – 174 с.
3. Бойков, Е. В. Мобильное обучение как средство повышения эффективности технической учебы и инструктажей / Е. В. Бойков, Е. С. Ильин, А. И. Орленко // Эксплуатация и обслуживание электронного и микропроцессорного оборудования тягового подвижного состава : Труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Красноярск, 24–25 марта 2020 года / Под редакцией И.К. Лакина. – Красноярск: Акционерное общество "Дорожный центр внедрения Красноярской железной дороги", 2020. – С. 160-162.
4. Ильин, Е. С. Решение задачи распознавания рукописных цифр сверточными нейронными сетями различной структуры, с применением графического процессора / Е. С. Ильин, В. А. Шведов // Труды девятнадцатой научно-практической межвузовской конференции студентов КрИЖТ ИрГУПС, Красноярск, 21–25 апреля 2015 года. – Красноярск: Красноярский институт железнодорожного транспорта - филиал Иркутского государственного университета путей сообщения, 2015. – С. 39-40.
5. Шведов, В. А. Распознавания дорожных знаков сверточными нейронными сетями различной структуры, с применением графических процессоров CUDA / В. А. Шведов, Е. С. Ильин // Транспортная инфраструктура Сибирского региона. – 2015. – Т. 2. – С. 282-286.
6. Iljin, E. S. Determination of road signs similarity at the example of speed restriction signs / E. S. Iljin, V. A. Shvedov // VI International Symposium on Innovation and Sustainability of Modern Railway : conference proceedings, Irkutsk, 25–28 сентября 2018 года. – Irkutsk: China Railway Publishing House, 2018. – P. 729-732.
7. Ильин, Е. С. Программное обеспечение для распознавания принципиальных и монтажных схем / Е. С. Ильин, А. С. Пушнин // Инновационные технологии на железнодорожном транспорте, Красноярск, 21–24 ноября 2016 года. – Красноярск: Красноярский институт железнодорожного транспорта (филиал Иркутского государственного университета путей сообщения), 2016. – С. 92-94.
8. Ильин, Е. С. Возможности машинного зрения для решения задачи распознавания железнодорожного полотна / Е. С. Ильин, В. А. Шведов // 120 лет железнодорожному образованию в Сибири : материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Красноярск, 23–24 октября 2014 года / Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал ИрГУПС. – Красноярск: Касс, 2014. – С. 204-207.
9. Ильин, Е. С. Распознавание сигнальных знаков на железнодорожном транспорте / Е. С. Ильин, В. А. Шведов // Труды XVI студенческой научно-технической конференции КрИЖТ ИрГУПС, Красноярск, 19 апреля 2012 года. – Красноярск: Иркутский государственный университет путей сообщения, 2012. – С. 108-110.
10. Шведов, В. А. Технологии компьютерного зрения для идентификации сигнальных знаков / В. А. Шведов, Е. С. Ильин // Транспортная инфраструктура Сибирского региона. – 2014. – Т. 1. – С. 583-585.
11. Бахтин, И. В. Создание простого ar-приложения с использованием Unity и Vuforia engine / И. В. Бахтин. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2020. — № 5 (295). — С. 3-8. — URL: https://moluch.ru/archive/295/67075/ (дата обращения: 02.05.2021).

12. Стратегия развития холдинга "РЖД" на период до 2030 года (основные положения): Официальный сайт URL: https://company.rzd.ru/ru/9353/page/105104?id=804 / (дата обращения: 02.05.2021)

REFERENCES

1. Ilyin, E. S. Solution of the problem of recognizing handwritten digits by convolutional neural networks of various structures, using a graphics processor / E. S. Ilyin, V. A. Shvedov / / Proceedings of the nineteenth scientific and practical interuniversity conference of students of KRIZHT IrGUPS, Krasnoyarsk, April 21-25, 2015. - Krasnoyarsk: Krasnoyarsk Institute of Railway Transport-branch of the Irkutsk State University of Railway Transport, 2015. - p. 39-40.

2. Ilyin, E. S. Intelligent data analysis system based on neural networks: specialty 05.13.01 " System analysis, management and information processing (by industry)" : dissertation for the degree of Candidate of technical sciences / Ilyin Evgeny Sergeevich. - Krasnoyarsk, 2004. - 174 p.

3. Boikov, E. V. Mobile training as a means of improving the effectiveness of technical training and instructing / E. V. Boikov, E. S. Ilyin, A. I. Orlenko // Operation and maintenance of electronic and microprocessor equipment of traction rolling stock: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation, Krasnoyarsk, March 24-25, 2020 / Edited by I. K. Lakin. - Krasnoyarsk: Joint-Stock Company "Road Center for the implementation of the Krasnoyarsk Railway", 2020. - p. 160-162.

4. Ilyin, E. S. Solution of the problem of recognizing handwritten numbers by convolutional neural networks of various structures, using a graphics processor / E. S. Ilyin, V. A. Shvedov / / Proceedings of the nineteenth scientific and practical interuniversity conference of students of KRIZHT IrGUPS, Krasnoyarsk, April 21-25, 2015. - Krasnoyarsk: Krasnoyarsk Institute of Railway Transport-branch of the Irkutsk State University of Railway Transport, 2015. - p. 39-40.

5. Shvedov, V. A. Recognition of road signs by convolutional neural networks of various structures, with the use of CUDA graphics processors / V. A. Shvedov, E. S. Ilyin / / Transport infrastructure of the Siberian region. – 2015. – T. 2. – P. 282-286.

6. Iljin, E. S. Determination of road signs similarity at the example of speed restriction signs / E. S. Iljin, V. A. Shvedov // VI International Symposium on Innovation and Sustainability of Modern Railway : conference proceedings, Irkutsk, September 25-28, 2018. – Irkutsk: China Railway Publishing House, 2018. – P. 729-732.

7. Ilyin, E. S. Software for recognition of basic and assembly schemes / E. S. Ilyin, A. S. Pushnin / / Innovative technologies on railway transport, Krasnoyarsk, 21-24 November 2016. - Krasnoyarsk: Krasnoyarsk Institute of Railway Transport (branch of the Irkutsk State University of Railway Transport), 2016. - pp. 92-94.

8. Ilyin, E. S. The possibilities of machine vision for solving the problem of railway track recognition / E. S. Ilyin, V. A. Shvedov / / 120 years of railway education in Siberia: materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation, Krasnoyarsk, October 23-24, 2014 / Krasnoyarsk Institute of Railway Transport-a branch of IRGUPS. Krasnoyarsk: Kass, 2014, pp. 204-207.

9. Ilyin, E. S. Recognition of signal signs on a railway transport / E. S. Ilyin, V. A. Shvedov / / Proceedings of the XVI Student Scientific and Technical Conference of KRIZHT IrGUPS, Krasnoyarsk, April 19, 2012. - Krasnoyarsk: Irkutsk State University of Railway Transport, 2012. - p. 108-110.

10. Shvedov, V. A. Technologies of computer vision for identification of signal signs / V. A. Shvedov, E. S. Ilyin / / Transport infrastructure of the Siberian region. - 2014. - Vol. 1. - p. 583-585.

11. Bakhtin, I. V. Creating a simple AR application using Unity and the Vuforia engine. - Text : direct / / Young scientist. — 2020. — № 5 (295). — P. 3-8. - URL: https://moluch.ru/archive/295/67075/ (accessed: 02.05.2021).

12. Development strategy of the Russian Railways Holding for the period up to 2030 (main provisions): Official website URL: https://company.rzd.ru/ru/9353/page/105104?id=804 / (accessed: 02.05.2021)

Информация об авторах

Лутфулин Марат Данисович - студент «ЭЖД 1-18-1», КрИЖТ ИГУПС, г. Красноярск, e-mail: marat66lutfulin@mail.ru

Ильин Евгений Сергеевич - канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «ЭЖД», КрИЖТ ИГУПС, г. Красноярск, e-mail: iluin_es@krsk.irgups.ru

Бойков Евгений Викторович - канд. пед. наук, доцент кафедры «ОПД», КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск, e-mail: boikov_ev@krsk.irgups.ru

Authors

Lutfulin Marat Danisovich student "EZHD 1-18-1", KRIZHT IGUPS, Krasnoyarsk, e-mail: marat66lutfulin@mail.ru

Ilyin Evgeny Sergeevich Ph.D. in Engineering Science, Associate Professor, Associate Professor of the Department of "EZHD", KRIZHT IGUPS, Krasnoyarsk, e-mail: iluin_es@krsk.irgups.ru

Boikov Evgeny Viktorovich Ph.D. in Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of "OPD", KRIZHT IGUPS, Krasnoyarsk, e-mail: boikov_ev@krsk.irgups.ru

Для цитирования

Лутфулин М. Д. AR - инструмент повышения эффективности обучения студентов и технологических процессов [Электронный ресурс] / М. Д. Лутфулин, Е. С. Ильин, Е. В. Бойков // Молодая наука Сибири: электрон. науч. журн. — 2021. — №1. — Режим доступа: https://mnv.irgups.ru/toma/111-2021, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. (дата обращения: 07.06.2021).

For citation

Lutfullin M. D. Ilyin, E.S Boikov E. V. *AR - instrument povysheniya effektivnosti obucheniya studentov i tekhnologicheskikh protsessov* [AR-a tool for improving the efficiency of teaching students and technological processes]. *Molodaya nauka Sibiri: ehlektronnyj nauchnyj zhurnal* [Young science of Siberia: electronic scientific journal], 2021. - No. 1. [Accessed 07.06.2021]