

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

THE USE OF IMAGE RECOGNITION TECHNOLOGIES IN THE OPERATION OF ROLLING STOCK

**V. Nikulin
I. Epishkin
I. Idiatov
G. Sotov**

Summary. This article discusses the use of image recognition technologies in the field of transportation equipment operation. In recent years, significant progress has been made in image processing and analysis, which opens up new opportunities for improving diagnostic and monitoring processes of transport systems. The main aspects of the implementation of these technologies, their advantages, as well as possible problems are discussed. Examples of successful implementation of image recognition systems in practice are given, which confirm their effectiveness and reliability. A conclusion is made about the prospects for further development and adaptation of these technologies to the needs of the transport industry.

Keywords: pattern recognition, rolling stock, diagnostics, monitoring, technologies, transport industry.

Никулин Владимир Валерьевич

Преподаватель, доцент, кандидат техн. наук,
Мордовский государственный
университет им. Н.П. Огарёва
nikulinvv@mail.ru

Епишкин Илья Андреевич

Мордовский государственный
университет им. Н.П. Огарёва
ilya.epishkin@gmail.com

Идиятов Эльдар Анисович

Мордовский государственный
университет им. Н.П. Огарёва
idiyatove@bk.ru

Сотов Глеб Эдуардович

Мордовский государственный
университет им. Н.П. Огарёва
glebosta@yandex.ru

Аннотация. В этой статье рассматривается использование технологий распознавания изображений в сфере эксплуатации транспортного оборудования. В последние годы происходит значительный прогресс в обработке и анализе изображений, что открывает новые возможности для совершенствования процессов диагностики и мониторинга транспортных систем. Обсуждаются основные аспекты внедрения этих технологий, их преимущества, а также возможные проблемы. Приводятся примеры успешного внедрения систем распознавания изображений на практике, которые подтверждают их эффективность и надежность. Делается заключение о перспективах дальнейшего развития и адаптации этих технологий для нужд транспортной отрасли.

Ключевые слова: распознавание образов, подвижной состав, диагностика, мониторинг, технологии, транспортная отрасль.

Введение

Использование технологий распознавания образов при эксплуатации подвижного состава произвело революцию в железнодорожной отрасли. По мере роста требований к перевозкам и старения инфраструктуры возрастает потребность в эффективных и интеллектуальных системах. Распознавание образов, являющееся частью искусственного интеллекта, позволяет железнодорожным операторам повышать безопасность, оптимизировать техническое обслуживание и повышать общую эффективность работы поездов. Распознавание образов предполагает автоматизированную идентификацию закономерностей, нерегулярностей или специфических шаблонов в данных. В контексте эксплуатации подвижного состава оно в первую очередь направлено на обработку огромных объемов визуаль-

ных, акустических и сенсорных данных для обеспечения бесперебойной работы локомотивов и вагонов.

Одно из основных применений распознавания образов в подвижном составе — это профилактическое техническое обслуживание. Анализируя закономерности из исторических записей о техническом обслуживании и данных, поступающих в режиме реального времени от датчиков, установленных на поездах, можно с удивительной точностью предсказать вероятность отказа компонентов. Такой подход позволяет проводить плановые вмешательства, сокращая количество неожиданных поломок и продлевая срок службы оборудования. Еще одним важным преимуществом является повышение безопасности.

Кроме того, качество обслуживания пассажиров повышается за счет повышения надежности и пунктуаль-

ности движения поездов. Используя технологию распознавания маршрутов, железнодорожные службы могут корректировать расписание, оптимизировать маршруты и обеспечивать эффективное распределение подвижного состава в соответствии со структурой спроса [5].

Проблема разрастания деревьев вблизи железных дорог

Высадка деревьев вблизи железных дорог представляет собой многогранную проблему, в которой переплетаются экологические соображения, соображения безопасности и эксплуатационные соображения. Поскольку железнодорожные сети являются артериями мировой торговли, пышная зелень, которая часто окаймляет эти железные дороги, может быть как благом, так и бедствием. Деревья играют важную роль в борьбе с эрозией почвы, обеспечивая тень и поддерживая биоразнообразие [4].

Однако, когда их бесконтрольный рост нарушает железнодорожные коридоры, риски возрастают в геометрической прогрессии. Одной из основных проблем является то, что деревья могут создавать помехи для железнодорожной инфраструктуры. Разросшиеся ветви могут препятствовать передаче сигналов, ухудшать видимость и нарушать структурную целостность воздушных линий. Такие помехи не просто создают неудобства, они могут привести к катастрофическим последствиям. Поваленные деревья представляют значительную опасность, загораживая пути, что может привести к сходу поездов с рельсов или дорогостоящим перебоям в обслуживании. Зимний сезон еще больше усугубляет эти риски, поскольку заснеженные ветки могут ломаться и создавать препятствия. Кроме того, близость густой растительности к железнодорожным путям повышает риск возникновения пожаров, особенно в периоды засухи. Искра от проезжающего поезда может воспламенить сухие листья и ветки, что приведет к потенциально разрушительным лесным пожарам, представляющим опасность для жизни людей, имущества и ресурсов окружающей среды [2].

Решение проблемы чрезмерного разрастания деревьев вблизи железных дорог требует сбалансированного подхода. Регулярное техническое обслуживание имеет решающее значение, включая обрезку, удаление инвазивных видов и стратегическую пересадку менее проблемной листвы. Использование таких технологий, как ЛидАР и беспилотные летательные аппараты, необходимо для эффективного мониторинга и планирования технического обслуживания. Эти инновации позволяют точно отображать и оценивать рост растительности, помогая железнодорожным операторам своевременно принимать меры.

Рассматривая возможность использования камер, установленных на поездах, для анализа состояния окру-

жающей среды, важно обратить внимание как на стратегическую установку этих устройств, так и на типы камер, используемых на локомотивах. Железнодорожные камеры предоставляют бесценную перспективу, снимая окружающую обстановку в режиме реального времени, которая может быть проанализирована для различных целей — от обеспечения безопасности на железнодорожных путях до наблюдения за взаимодействием с дикой природой. На локомотивах обычно используются камеры нескольких типов. Во-первых, камеры, направленные вперед, имеют решающее значение для мониторинга пути впереди. Эти камеры предоставляют важные визуальные данные, которые могут быть записаны и проанализированы для обнаружения препятствий или потенциальных опасностей на путях, что повышает безопасность как пассажиров, так и поездной бригады [4].

Кроме того, установлены боковые камеры для наблюдения за окружающей средой, прилегающей к железнодорожным путям. Эти камеры могут снимать участки, непосредственно окружающие поезд, что облегчает изучение взаимодействия с близлежащими природными или городскими ландшафтами. Это может быть особенно полезно для мониторинга экологического воздействия движения поездов на местную дикую природу или оценки того, как близлежащая инфраструктура взаимодействует с движением поездов.

Применение распознавания образов в оценке состояния подвижного состава

Стремительное развитие технологий оказало значительное влияние на различные отрасли транспортной отрасли, особенно на техническое обслуживание и оценку подвижного состава. Среди этих инноваций технология распознавания изображений стала ключевым инструментом, изменившим способ оценки состояния поездов и других железнодорожных транспортных средств. Этот сложный подход использует передовые алгоритмы и методы машинного обучения для анализа визуальных данных, обеспечивая эффективное и точное обслуживание подвижного состава. Развитие технологий на железнодорожном транспорте. За последнее десятилетие внедрение цифровых технологий на железнодорожном транспорте открыло новые возможности для повышения эксплуатационной эффективности и безопасности. Традиционно оценка состояния подвижного состава в значительной степени зависела от ручных проверок, которые, хотя и были эффективными, отнимали много времени и были подвержены человеческим ошибкам. Сегодня системы распознавания изображений обеспечивают более простой и точный метод диагностики, сокращая время простоя и повышая надежность железнодорожной сети.

Что такое распознавание изображений. Распознавание изображений — это способность программного

обеспечения идентифицировать объекты, особенности или узоры на цифровых изображениях. В сфере технического обслуживания подвижного состава эта технология используется для выявления износа, деформаций конструкции и других аномалий, которые могут поставить под угрозу безопасность или эксплуатационные характеристики. Камеры и датчики высокого разрешения, установленные вдоль путей или на самих локомотивах, позволяют получать изображения в режиме реального времени, которые затем обрабатываются с помощью сложных алгоритмов [6].

Применение в техническом обслуживании подвижного состава. Основным применением распознавания изображений при техническом обслуживании подвижного состава является профилактическое обслуживание. Анализируя изображения, система может прогнозировать потенциальные сбои до того, как они произойдут, что позволяет операторам оперативно устранять неполадки, а не реагировать на них после поломки. Например, дефекты колес, проблемы с осью или даже более тонкие признаки механической усталости могут быть выявлены задолго до того, как они перерастут в более серьезные проблемы.

Новизна

Наш инновационный подход направлен на использование современных технологий искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения для анализа данных, полученных с камер. Основная идея заключается в интеграции систем компьютерного зрения, способных независимо анализировать и интерпретировать видеопоток с камер поезда. Эти технологии позволяют идентифицировать и классифицировать объекты в пределах видимости и могут прогнозировать потенциальные угрозы для движения поезда. Процесс начинается с установки камер высокого разрешения, стратегически расположенных вокруг локомотива, для получения подробной видеозаписи. Эти камеры должны быть оснащены функциями ночного видения и защиты от атмосферных воздействий, чтобы поддерживать эффективность в различных условиях. Затем видеоданные передаются на централизованный бортовой компьютер, который использует передовые алгоритмы искусственного интеллекта для обработки поступающей информации в режиме реального времени. Модели машинного обучения обучаются распознавать широкий спектр объектов, от пешеходов и транспортных средств до препятствий и знаков, обеспечивая всестороннюю ситуационную осведомленность. Постоянно обучаясь на основе новых данных, система повышает точность обнаружения объектов и адаптируется к изменениям в окружающей среде.

Кроме того, наш новый подход предполагает применение передовых технологий искусственного интеллект

та и машинного обучения для анализа данных, собранных с железнодорожных камер. Основной концепцией является интеграция систем компьютерного зрения, способных автономно анализировать и интерпретировать видеопоток с камер. Эти технологии позволяют идентифицировать и классифицировать объекты, попадающие в поле зрения камеры, а также прогнозировать потенциальные угрозы движению поездов. Для достижения этой цели мы предлагаем инновационную архитектуру системы, которая сочетает камеры высокого разрешения, стратегически размещенные по всему поезду, с передовыми алгоритмами искусственного интеллекта. Эти камеры, оснащенные приборами ночного видения и тепловизионными датчиками, будут работать при различном освещении и погодных условиях, обеспечивая непрерывный мониторинг. Полученные видеоданные в режиме реального времени будут передаваться в мощный встроенный процессор, способный обрабатывать большие объемы информации без задержек.

Бортовая система искусственного интеллекта будет обучена с использованием обширного набора данных, содержащего множество сценариев железнодорожной обстановки. Этот набор данных будет включать различные типы местности, погодные условия и распространенные препятствия, что позволит системе изучать их и делать точные прогнозы. Используя методы глубокого обучения, искусственный интеллект будет распознавать закономерности и сигнализировать о любых отклонениях от нормальных условий, которые могут указывать на потенциальные риски.

Кроме того, эта система будет включать алгоритмы распознавания объектов, позволяющие различать различные типы объектов, таких как животные, пешеходы, транспортные средства или мусор на путях. Благодаря многоуровневому механизму обнаружения ИИ может определять приоритетность угроз и предупреждать операторов о необходимости оперативного принятия необходимых мер. Такой упреждающий подход повышает безопасность и сводит к минимуму риск несчастных случаев.

Важной особенностью этого нового метода является его возможность беспрепятственного взаимодействия с существующими системами управления поездами. Он будет использовать зашифрованные протоколы беспроводной связи для передачи важных данных и оповещений операторам поездов, предоставляя им жизненно важную информацию в режиме реального времени. Благодаря интеграции с автоматизированными системами движения поездов он также может способствовать автоматическому торможению или снижению скорости при обнаружении серьезной угрозы, что еще больше обеспечивает безопасность пассажиров. Еще одним преимуществом нашей системы является ее адаптивность. Она предназначена для постоянного изучения и обновления

своих алгоритмов на основе новых данных и аналитических заключений. Эта адаптивность позволит современем совершенствовать ее, повышая точность и надежность.

Помимо повышения безопасности, этот метод обеспечивает эксплуатационные преимущества. Анализируя закономерности и тенденции в собранных данных, операторы поездов могут оптимизировать расписание, прогнозировать потребности в техническом обслуживании и снижать потребление энергии, что приводит к повышению эффективности работы. В заключение отметим, что наш инновационный подход к использованию железнодорожных камер для анализа состояния окружающей среды использует возможности искусственного интеллекта и машинного обучения. Повышая безопасность, эффективность эксплуатации и адаптивность, эта система представляет собой значительный прогресс в области железнодорожных технологий, соответствующий современным стандартам и ожиданиям. Наше решение не только решает текущие проблемы, но и закладывает основу для создания более разумной и безопасной железнодорожной системы в будущем.

Заключение

В заключение хотелось бы отметить, что интеграция искусственного интеллекта и машинного обучения в системы безопасности на железнодорожном транспорте представляет собой революционный шаг вперед в области транспортных технологий. Используя компьютерное зрение и передовые алгоритмы, этот инновационный

подход не только повышает ситуационную осведомленность, но и прогнозирует и смягчает потенциальные угрозы в режиме реального времени. Способность адаптироваться, обучаться и совершенствоваться гарантирует, что система остается надежной даже при изменении условий окружающей среды и эксплуатационных требований. Помимо обеспечения безопасности, это решение обладает значительными эксплуатационными преимуществами. От оптимизации расписания движения поездов до прогнозирования требований к техническому обслуживанию и снижения энергопотребления, оно открывает путь к созданию более эффективной и устойчивой железнодорожной экосистемы. Такие многогранные преимущества подчеркивают ценность внедрения технологий, основанных на искусственном интеллекте, в современные транспортные сети.

Успешное внедрение этой системы зависит от сотрудничества между различными заинтересованными сторонами, включая производителей поездов, железнодорожные власти и специалистов в области искусственного интеллекта. Работая вместе, эти организации могут обеспечить бесперебойную интеграцию, соблюдение нормативных требований и постоянное совершенствование технологии. Эти коллективные усилия не только обеспечат безопасность пассажиров и инфраструктуры, но и установят новые стандарты инноваций в отрасли. В конечном счете, внедрение систем компьютерного зрения на базе искусственного интеллекта в поездах знаменует собой важный шаг на пути к созданию более умных, безопасных и эффективных железных дорог.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нарожная А., Чендев Ю., Соловьев А., Лебедева М., Саблина О. Analysis of the current state of shelterbelts by the remote sensing data, Russia, Belgorod oblast // 6th International Scientific Conference Geobalcanica 2020. Proceedings. 12–14 May, 2020 Ohrid, North Macedonia., 6th International Scientific Conference Geobalcanica 2020. Proceedings. 12–14 May, 2020 Ohrid, North Macedonia. — Ohrid, 2020. — Pp. 807–814. (2020).
2. Нарожная А.Г., Чендев Ю.Г. The study of the modern ecological state of shelterbelts using GIS and remote sensing data // InterCarto. InterGIS. GI support of sustainable development of territories: Proceedings of the International conference. Moscow: Moscow University Press, 2020., V.26. Part 2. P.54–65. (2020).
3. Смирнова М.А., Геннадиев А.Н., Чендев Ю.Г. Влияние лесополос на накопление полиаренов в почвах (Белгородская область) // Вестник Московского университета. Серия 5: География, № 3. — С. 14–21. (2020). EDN: JFJQWQ
4. Смирнова М.А., Геннадиев А.Н., Чендев Ю.Г., Ковач П.Г. Influence of forest shelterbelts on local pedodiversity (Belgorod oblast) // Eurasian Soil Science, №9, Vol. 53, P. 1195–1205. (2020). EDN: FXUGWR
5. Тишков А.А., Белоновская Е.А., Золотухин Н.И., Титова С.В., Царевская Н.Г., Чендев Ю.Г. Preserved Sections of Steppes as the Basis for the Future Ecological Framework of Belgorod Oblast // Arid Ecosystems, 10, 36–43 (2020). EDN: QVUWOY
6. Чендев Ю., Лукин С., Соловьев А., Нарожная А., Лебедева М. Transformation of chernozems under the influence of oak shelterbelt in Agroforestry landscape of Central Russian Upland // 6th International Scientific Conference Geobalcanica 2020. Proceedings. 12–14 May, 2020 Ohrid, North Macedonia., 6th International Scientific Conference Geobalcanica 2020. Proceedings. 12–14 May, 2020 Ohrid, North Macedonia. — Ohrid, 2020. — Pp. 201–206. (2020).
7. Чендев Ю.Г., Геннадиев А.Н., Лукин С.В., Заздравных Е.А. Формирование морфологических признаков лесостепных черноземов под лесополосами и на пашнях // Материалы Всероссийской научной конференции «Почва как компонент биосферы: эволюция, функционирование и экологические аспекты», М., Пушкино: Товарищество научных изданий КМК, 2020. — С. 198–200. (2020). EDN: OQEEYQ
8. Чендев Ю.Г., Геннадиев А.Н., Лукин С.В., Соэр Т.Д., Заздравных Е.А., Белеванцев В.Г., Смирнова М.А. Change of Forest-Steppe Chernozems under the Influence of Shelterbelts in the South of the Central Russian Upland // Eurasian Soil Science, Vol. 53. — No. 8. — Pp. 1033–1045. (2020). EDN: OMQYQ
9. Чендев Ю.Г., Геннадиев А.Н., Смирнова М.А. Разрастающиеся лесополосы как модели эволюционного изменения черноземов под лесом // Аграрные ландшафты, их устойчивость и особенности развития: сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч. экол. конф.; под ред. И.С. Белюченко., Краснодар: Куб ГАУ, 2020. — С. 141–144. (2020). EDN: UHEZXD

© Никulin Владимир Валерьевич (nikulinvv@mail.ru); Епишкин Илья Андреевич (ilya.epishkin@gmail.com);

Идиятов Эльдар Анисович (idiyatove@bk.ru); Сотов Глеб Эдуардович (glebosta@yandex.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»