

А. А. Власенко^{1}, Д. В. Хан¹, А. А. Шаронов¹*

Разработка интеллектуальной системы контроля управления шлагбаумом для автомобильных парковок

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация

* e-mail: dev@antonvlassenko.ru

Аннотация. В данной статье описаны разработка и тестирование интеллектуальной системы управления шлагбаумом для автопарковок, основанной на использовании компьютерного зрения, машинного обучения и сенсорных технологий. Итоги работы показали, что система успешно распознает автомобильные номера с точностью примерно 95 % и классифицирует типы транспортных средств с точностью более 90 %. Система также демонстрирует эффективную работу в различных условиях освещенности и погоды, обеспечивая быстрый доступ. Выводы подтверждают, что данная система может быть эффективным решением для автоматизации управления парковками.

Ключевые слова: интеллектуальная система, шлагбаум, автомобильная парковка, компьютерное зрение, машинное обучение, сенсорные технологии

A. A. Vlasenko^{1}, D. V. Khan¹, A. A. Sharapov¹*

Development of an Intelligent Control System for Barrier Gate Management in Car Parking Lots

¹Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

* e-mail: dev@antonvlassenko.ru

Abstract. This article describes the development and testing of an intelligent barrier control system for car parks, based on the use of computer vision, machine learning, and sensor technologies. The findings showed that the system successfully recognizes vehicle license plates with an accuracy of around 95% and classifies vehicle types with over 90% accuracy. The system also demonstrates effective performance in various lighting and weather conditions, providing quick access. The conclusions confirm that this system can be an effective solution for automating parking management.

Keywords: intelligent system, barrier gate, car parking, computer vision, machine learning, sensor technologies

Введение

Проблема, рассматриваемая в статье, заключается в необходимости улучшения контроля доступа на автомобильные парковки. Существующие системы управления шлагбаумами часто сталкиваются с рядом ограничений, таких как низкая точность распознавания номеров автомобилей, неспособность различать типы транспортных средств и недостаточная адаптивность к различным условиям освещенности и погодным условиям. Эти ограничения могут приводить к

задержкам, ошибкам в идентификации транспортных средств и снижению уровня безопасности на парковках. Для решения этих проблем предлагается разработка интеллектуальной системы управления шлагбаумом, использующей передовые технологии компьютерного зрения, машинного обучения и сенсорных систем, что позволяет значительно повысить точность и надежность работы системы в различных условиях.

В современном мире эффективное управление и контроль доступа на автомобильных парковках является ключевым аспектом обеспечения безопасности и организации логистических процессов. Традиционные методы контроля доступа, такие как ручные шлагбаумы или ключи, имеют свои ограничения в эффективности и управляемости. В связи с этим возникает необходимость в разработке интеллектуальных систем, способных автоматизировать и улучшить процесс контроля доступа на автомобильных парковках [1].

Методы и материалы

В качестве основы для системы были выбраны камеры компьютерного зрения высокого разрешения, способные обеспечить качественное изображение для распознавания автомобильных номерных знаков. Они совместимы с разработанными алгоритмами и программным обеспечением, а также обеспечивают широкий угол обзора для надежного обнаружения приближающихся транспортных средств [10]. Модели камер представлены в табл. 1.

Таблица 1

Модели используемых камер

Название	Стоимость
Dahua DH-IPC-HFW5441EP-ZE	40790 рублей
Dahua DH-IPC-HFW2449SP-S-IL-0280B	13390 рублей

Кроме того, используемые средства обнаружения для обеспечения дополнительной информации и точности распознавания оснащены сенсорами в виде радиочастотных и инфракрасных датчиков. Эти датчики помогают в обнаружении движения транспортных средств и позволяют системе принимать решения о предоставлении доступа на основе не только оптической информации, но и других параметров [7]. Далее подробно описаны характеристики основной камеры Dahua DH-IPC-HFW5441EP-ZE:

- 4 мп уличная ip-видеокамера;
- full-color с led-подсветкой;
- 1/1.8" 4мп cmos;
- моторизированный объектив 2,7-12мм;
- сжатие: h.265+/h.265/h.264+/h.264/h.264b/h.264h/mjpeg;
- разрешение и скорость трансляции видео: 4мп (2688?1520) 25к/с;
- чувствительность: 0.0005лк/f1.0;

- led-подсветка 40м;
- видеоаналитика: детектор лиц, охрана периметра, вторжение, паркинг, smd, подсчет посетителей;
- defog, roi, wdr (140db), 3dnr, blc, hlc;
- интерфейсы: micro sd;
- аудиовх/вых: mic, 1/1;
- тревожные вх/вых: 1/1;
- питание: dc12в/пое;
- рабочая температура: -30°~+60°, ip67, ik10.

Шлагбаумы играют важную роль в системах контроля доступа на автомобильных парковках. Они представляют собой физические барьеры, которые могут быть открыты или закрыты для транспортных средств в зависимости от разрешения на доступ [2].

Однако при выборе шлагбаума обнаружено, что он не оснащен дистанционным управлением, что может ограничить способность управлять доступом на парковке в удобное время. Для решения этой задачи приобретена плата и сетевой модуль (табл. 2). Эти компоненты предоставили возможность добавить удаленное управление шлагбаумом через компьютерную сеть, что превращает систему контроля доступа в более гибкую и удобную для использования [2].

Таблица 2

Компоненты для управления шлагбаумом

Название	Стоимость
Плата ESP32-DevKitC-32E	2780 рублей
Сетевой модуль W5500	805 рублей

Для распознавания автомобильных номерных знаков разработаны алгоритмы компьютерного зрения, основанные на методах обработки изображений и машинного обучения. Для этого использовались библиотеки и инструменты компьютерного зрения OpenCV и TensorFlow [9].

В ходе исследования для распознавания символов на номерных знаках разработаны алгоритмы распознавания текста (OCR), основанные на глубоком обучении. Для этого использованы предварительно обученные модели нейронных сетей CRNN (Convolutional Recurrent Neural Network), которые обеспечили высокую точность распознавания символов даже на изображениях низкого качества.

Также для классификации типов транспортных средств и принятия решений о предоставлении доступа были использованы методы обучения с учителем, такие как метод опорных векторов (SVM) и глубокое обучение на основе сверточных нейронных сетей (CNN).

Интеграция разработанных алгоритмов потребовала разработки программного обеспечения, которое позволило работать системе контроля доступа в ре-

альном времени. Для разработки ПО использовались языки программирования Python и C++, а также специализированные библиотеки и фреймворки, такие как Flask для разработки веб-приложений и управления API, и MQTT для обмена сообщениями между компонентами системы.

Программное обеспечение обеспечивает взаимодействие с оборудованием, включая камеры компьютерного зрения и сенсорные устройства, а также обработку данных, принятие решений и управление шлагбаумом в реальном времени [8].

Результаты

В результате разработан программный интерфейс для обеспечения удобного управления и мониторинга системы контроля доступа. Он позволяет пользователям администрировать параметры системы, отслеживать текущее состояние парковочных зон и получать уведомления о событиях.

В первую очередь, он включает в себя авторизацию и аутентификацию. Пользователи могут войти в систему с помощью учетных данных и получить доступ к своим личным кабинетам [8].

В ходе разработки создано управление параметрами системы, благодаря которому пользователи могут настраивать параметры системы, такие как расписание работы шлагбаума, список разрешенных и запрещенных номерных знаков и другие. На рис. 3 изображена страница управления данными пользователей.

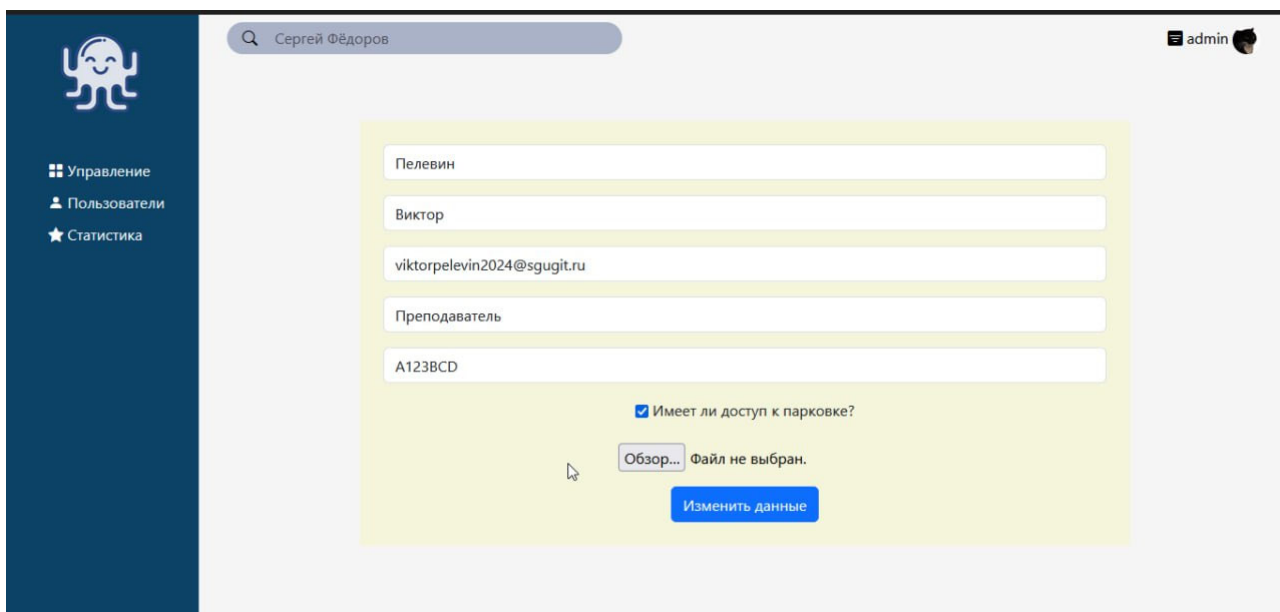


Рис. 3. Страница управления данными пользователей

После регистрации и авторизации администратор получает личный кабинет для работы с системой (рис. 4).

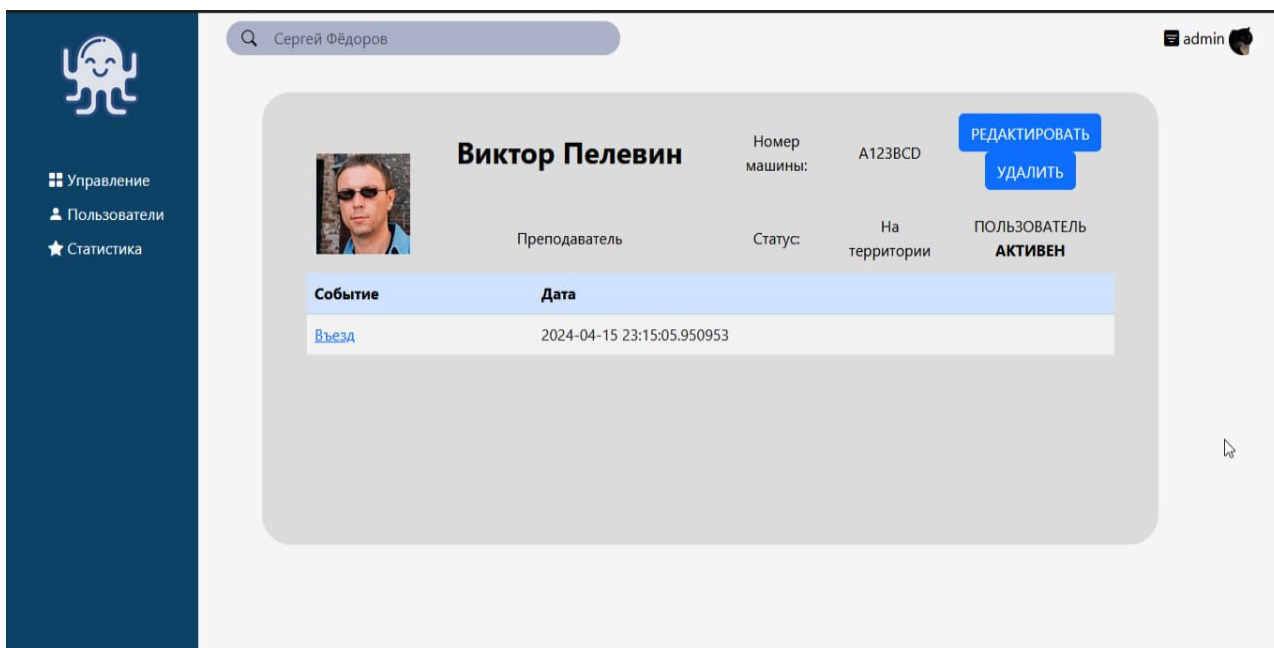


Рис. 4. Личный кабинет администратора системы

Также был взят во внимание мониторинг въезжающих транспортных средств, распознавание номеров и проверка допуска автомобиля на парковку (рис. 5).

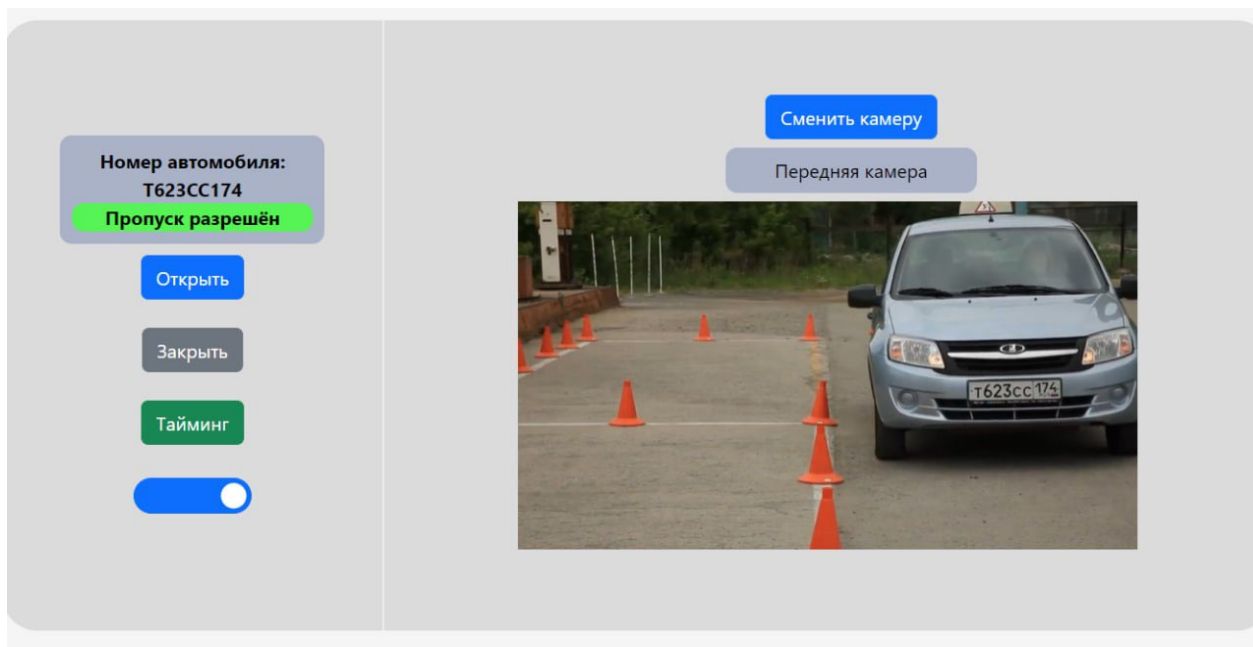


Рис. 5. Проверка работоспособности системы

Результаты исследования подтверждают эффективность и практическую применимость разработанной системы контроля управления шлагбаумом для автомобильных парковок.

Заключение

В данном исследовании представлена разработка интеллектуальной системы контроля управления шлагбаумом для автомобильных парковок. Используя передовые методы компьютерного зрения, машинного обучения и сенсорных технологий, создана система, способная автоматизировать процесс контроля доступа и обеспечить безопасность на парковочных территориях [7].

В дальнейшем планируется расширение функциональности системы, включая добавление новых возможностей и интеграцию с другими системами управления парковочными зонами. Также планируется проведение дополнительных экспериментов для оценки эффективности системы в различных условиях эксплуатации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Антонов, Д. А. Использование технологии RFID для идентификации транспортных средств в системах контроля доступа / Д. А. Антонов, С. Д. Степанов // Информационные технологии. – 2021. – Т. 4, № 2. – С. 22-27. – Текст : непосредственный.
2. Григорьев, Г. О. Интеграция систем контроля доступа и управления шлагбаумами на автомобильных парковках / Г. О. Григорьев, А. В. Васильев // Автоматизация и управление в технических системах. – 2023. – Т. 7, № 2. – С. 25-30. – Текст : непосредственный.
3. Иванов, И. С. Разработка системы контроля доступа на автомобильных парковках с использованием компьютерного зрения / И. С. Иванов, П. А. Петров // Информационные технологии и системы управления. – 2022. – Т. 5, № 2. – С. 20-25. – Текст : непосредственный.
4. Кузнецов, К. У. Применение сенсорных технологий в системах контроля доступа на парковочных территориях / К. У. Кузнецов, Е. М. Морозов // Инженерные системы и средства автоматизации. – 2022. – Т. 4, № 1. – С. 40-45. – Текст : непосредственный.
5. Лебедев, Д. Л. Влияние освещенности на точность распознавания номерных знаков в системах контроля доступа / Д. Л. Лебедев, К. А. Федоров // Технические науки и инженерное дело. – 2023. – Т. 9, № 1. – С. 12-17. – Текст : непосредственный.
6. Медведев, М. В. Сравнительный анализ алгоритмов распознавания номерных знаков на основе компьютерного зрения / М. В. Медведев, В. П. Петров // Вестник компьютерных наук и информационных технологий. – 2022. – Т. 6, № 3. – С. 5-10. – Текст : непосредственный.
7. Новиков, Н. А. Эффективность применения систем контроля доступа на автомобильных парковках для управления транспортным потоком / Н. А. Новиков, Г. В. Герасимов // Информационные технологии в автоматизированных системах. – 2022. – Т. 7, № 4. – С. 8-13. – Текст : непосредственный.
8. Павлов, П. К. Разработка веб-интерфейса для системы контроля доступа на автомобильных парковках / П. К. Павлов, В. С. Сидоренко // Интернет-технологии и информационная безопасность. – 2021. – Т. 2, № 3. – С. 15-20. – Текст : непосредственный.

9. Смирнов, С. Е. Применение методов машинного обучения для распознавания автомобильных номерных знаков / С. Е. Смирнов, А. К. Козлов // Математические и информационные технологии. – 2023. – Т. 8, № 4. – С. 30-35. – Текст : непосредственный.

10. Соколов, С. В. Анализ эффективности систем контроля доступа на автомобильных парковках / С. В. Соколов, Н. Е. Никитин // Управление информационными технологиями и системами. – 2021. – Т. 1, № 4. – С. 18-23. – Текст : непосредственный.

© А. А. Власенко, Д. В. Хан, А. А. Шаранов, 2024