

УДК 519.178

doi 10.54708/22259309\_2026\_13529

## ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ И ОЦЕНКИ ЗАНЯТОСТИ ПАРКОВОЧНЫХ МЕСТ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

Р.Р. Ильясов<sup>1</sup>, С.В. Максимов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>rustam.iljasov2015@yandex.ru, <sup>2</sup>maximov3@yandex.ru

<sup>1-2</sup>ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий» (УУНИТ)

**Аннотация.** Данная статья посвящена обзору приложения, которое предназначено для автоматического распознавания автомобилей и оценки занятости парковочных мест с использованием технологии компьютерного зрения. Крайне важной является возможность использования системы в условиях реального времени для повышения эффективности управления парковочным пространством. В статье рассматриваются архитектура приложения, инструменты, используемые при его реализации, а также демонстрируются результаты применения для задач мониторинга.

**Ключевые слова:** приложение; компьютерное зрение; автоматизация; парковка; видеонаблюдение; распознавание объектов.

### ВВЕДЕНИЕ

Рост автомобильного трафика в городах требует внедрения эффективных систем управления парковочным пространством. Отсутствие доступных мест создаёт нагрузку на дорожную сеть, ухудшает экологическую обстановку и снижает комфорт граждан. Традиционные подходы к контролю парковки, такие как ручной мониторинг или установка датчиков, ограничены по масштабируемости и требуют значительных ресурсов.

Все большую актуальность приобретает использование технологий компьютерного зрения, которые позволяют анализировать видеопоток с камер наблюдения в автоматическом режиме. Данный подход обеспечивает гибкость, масштабируемость и возможность интеграции в существующие системы видеонаблюдения без существенных доработок. Наибольшую эффективность показывают нейросетевые модели детектирования объектов, отличающиеся высокой скоростью и точностью работы.

Предложенное решение демонстрирует способность к автоматическому анализу парковочного пространства в реальном времени, визуализации результатов, а также ведению статистики и сохранению данных в локальную базу данных. Таким образом, приложение позволяет эффективно решать актуальные проблемы городской парковки, повышая удобство и информированность водителей, снижая нагрузку на транспортную сеть.

### ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Приложение реализовано на языке программирования Python с использованием следующих инструментов и библиотек:

1. OpenCV – для захвата и обработки изображений.
2. Ultralytics YOLOv8 – предварительно обученная модель для детектирования автомобилей.

3. SQLite – локальная база данных для хранения результатов.

4. Matplotlib – визуализация статистики и занятости парковки.

В качестве метода распознавания автомобилей выбрана модель YOLOv8, сочетающая высокую точность и скорость, что критично для систем реального времени. YOLO обрабатывает изображение целиком, позволяя мгновенно определить координаты объектов на кадре.

### АРХИТЕКТУРА ПРИЛОЖЕНИЯ

Разработанное приложение представляет собой модульную систему, архитектура которой включает компоненты, обеспечивающие обработку видеопотока, анализ изображений, хранение результатов и визуализацию. Архитектура построена с учетом требований к скорости обработки, масштабируемости и удобству интеграции со внешними системами.

1. Модуль захвата и предобработки изображений.

Данный модуль отвечает за получение кадров с камеры наблюдения или из видеофайлов. С помощью библиотеки OpenCV выполняется масштабирование изображения и его предварительная обработка (например, приведение к нужному размеру, нормализация), что обеспечивает стабильную работу модели детекции.

2. Модуль анализа занятости парковочных мест.

Основу модуля составляет модель YOLOv8, обученная на изображениях с автомобилями, а также алгоритм вычисления пересечения по площади (IoU, Intersection over Union). Детектор объектов анализирует каждый кадр видеопотока, определяет координаты прямоугольных ограничивающих рамок (bounding boxes) автомобилей и сравнивает их с координатами заранее размеченных парковочных зон.

Для определения занятости используется пороговое значение IoU. Если коэффициент пересечения площади между рамкой автомобиля и зоной парковки превышает заданный порог, данное место считается занятым. Такой подход позволяет учитывать частичные перекрытия, например, при неточной разметке или наличии движения.

Использование алгоритма IoU обеспечивает надёжность определения занятости и снижает количество ложных срабатываний, особенно в условиях плотной парковки или при наличии частично въехавших автомобилей.

3. Модуль работы с базой данных.

Для хранения информации о текущем и историческом состоянии парковочных мест используется легковесная база данных SQLite. В нее записываются данные о времени, количестве свободных и занятых мест, а также сохраняются координаты объектов.

4. Модуль визуализации и отображения результатов.

Данный модуль использует библиотеку Matplotlib, формирует финальное изображение с выделением свободных (зелёным цветом) и занятых (красным цветом) парковочных мест. Кроме того, отображаются общее количество мест и текущая статистика. Это позволяет в наглядной форме представить пользователю текущее состояние парковки.

5. Конфигурационный модуль.

Отдельный компонент отвечает за загрузку и обработку XML-файла с координатами парковочных мест. Обеспечивает гибкость настройки системы под конкретную локацию без необходимости изменения основного кода.

### АЛГОРИТМ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ И ОБЪЕДИНЕНИЯ (INTERSECTION OVER UNION)

Формула IoU выглядит следующим образом:

$$IoU = \frac{\text{Area of Overlap}}{\text{Area of Union}}$$

где

площадь пересечения (Area of Overlap) – это та часть изображения, в которой накладываются два прямоугольника: один – описывающий найденный системой объект (автомобиль), второй – соответствующий заранее размеченному парковочному месту;

площадь объединения (Area of Union) – это общая площадь, покрываемая обоими прямоугольниками, исключая дублирование пересечённой области.

Иными словами, IoU измеряет степень наложения двух областей. Значение метрики всегда находится в диапазоне от 0 до 1:

1.  $\text{IoU} = 0$  означает полное отсутствие пересечения;
2.  $\text{IoU} = 1$  означает полное совпадение областей.

### ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для оценки эффективности разработанного приложения были проведены тестирования на видеозаписях с камер наблюдения, установленных на парковочных площадках.

В ходе экспериментов приложение продемонстрировало стабильность и быстрдействие, что позволяет использовать систему в режиме, близком к реальному времени.

На рис. 1 показан результат мониторинга парковочных мест и оценки их занятости.



Рис. 1. Результат определения парковочных мест

Когда автомобиль выезжает из парковочного места либо, наоборот, занимает его, то приложение, используя алгоритм определения занятости парковочных мест (IoU), в тот же момент фиксирует результат. Результат представлен на рис. 2.



Рис. 2. Результат оценки занятости парковочных мест

На изображении видно, что автомобиль выехал с парковки, после чего обновился счетчик занятости мест.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в ходе исследования разработанное приложение для автоматического распознавания автомобилей и оценки занятости парковочных мест показало высокую эффективность и применимость в реальных условиях. Использование технологии компьютерного зрения на основе модели YOLOv8 позволяет производить точное детектирование объектов на видеопотоке, а внедрение алгоритма IoU повысило достоверность определения занятости, минимизировав количество ошибок при классификации состояний парковочных зон.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Редмон, Дж., Диввала, С., Гиршик, Р., Фархади, А. YOLO: Единое, реал-таймовое обнаружение объектов // Труды IEEE Конференции по компьютерному зрению и распознаванию образов (CVPR). – 2016. – С. 779-788.
2. Лю, В., Ангелов, Д., Эрхан, Д., Сегеди, Ч., Рид, С., Фу, Ч.-Й., Берг, А. С. SSD: Детектор с одиночным проходом для обнаружения объектов // Труды Европейской конференции по компьютерному зрению (ECCV). – 2016. – С. 21-37.
3. Ильясов, Р. Р. Программный модуль для автоматического распознавания автомобилей и оценки занятости парковочных мест с применением технологии компьютерного зрения // Мавлютовские чтения: Мат-лы XVIII Всероссийской молодежной научной конференции. В 9-ти тт. – 2024. – С. 536-540.
4. Лазарев, П. А., Сидорова, Е. Л. Применение нейронных сетей для мониторинга парковочных мест в реальном времени // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2020. – 20(5). – С. 724-730.
5. Михайлов, В. И., Козлова, Т. Ю. Интеллектуальные парковочные системы на основе технологии IoT и компьютерного зрения // Современные информационные технологии и IT-образование. – 2019. – 15(1) – С. 85-92.

### ОБ АВТОРАХ

**ИЛЬЯСОВ Рустэм Рафаэлевич**, студ. каф. ГИС.

**МАКСИМОВ Сергей Владимирович**, к.т.н., доцент ГИС.

### METADATA

**Title:** Application for automatic car recognition and parking space occupancy estimation using computer vision technology

**Author:** R.R. Ilyasov<sup>1</sup>, S.V. Maximov<sup>2</sup>

**Affiliation:**

<sup>1-2</sup> Ufa University of Science and Technology (UUST), Russia.

**Email:** <sup>1</sup> rustam.iljasov2015@yandex.ru, <sup>2</sup> maximov3@yandex.ru

**Language:** Russian.

**Source:** Molodezhnyj Vestnik UGATU (scientific journal of Ufa University of Science and Technology), no. 1 (35), pp. 29-32, 2026. ISSN 2225-9309 (Print).

**Abstract:** This paper reviews an application that is designed to automatically recognize vehicles and estimate parking space occupancy using computer vision technology. Of critical importance is the ability to use the system in real-time conditions to improve the efficiency of parking space management. The paper discusses the architecture of the application, the tools used in its implementation, and demonstrates the results of the application for monitoring tasks.

**Key words:** Application, computer vision, automation, parking, video surveillance, object recognition.

**About authors:**

**ILYASOV Rustem Rafaelevich**, student, INSTITUTE OF INFORMATICS, MATHEMATICS AND ROBOTICS (UUST).

**MAXIMOV Sergey Vladimirovich**, candidate of technical sciences, INSTITUTE OF INFORMATICS, MATHEMATICS AND ROBOTICS (UUST).