

УДК 004

АНАЛИЗ СИСТЕМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СВОБОДНЫХ ПАРКОВОЧНЫХ МЕСТ

Пузынин С.В., студент группы ПИБ-221, IV курс, Михеев М.А., студент
группы ПИБ-221, IV курс, Крутский Д.Л., старший преподаватель
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева,
г. Кемерово

Современные города сталкиваются с постоянным увеличением количества транспортных средств. Это вызывает рост нагрузки на дорожную инфраструктуру, включая парковочные зоны. Поиски свободного парковочного места нередко занимают значительное время, что в дальнейшем создаёт транспортные заторы и увеличивает расход топлива.

В связи с этим активно развиваются интеллектуальные системы мониторинга парковочного пространства. Одним из направлений таких систем является автоматическое определение свободных парковочных мест.

Существует множество методов создания мониторинга и анализа парковочного пространства. Каждый из методов имеет свои плюсы и минусы. В ходе данной работы будут рассматриваться два основных и более распространенных метода, а именно компьютерное зрение и сенсорные датчики.

Самым распространенным решением мониторинга парковочного пространства являются сенсорные датчики. Такие датчики могут быть установлены непосредственно на парковочное место или рядом на парковочном покрытии.

Наиболее часто применяются следующие типы датчиков:

- магнитные датчики;
- ультразвуковые датчики;
- инфракрасные датчики.

Такие устройства фиксируют присутствие автомобиля и передают информацию в центральную систему управления. Преимущество такого метода является высокая точность определения с минимальной погрешностью. Тем не менее такой метод имеет ряд недостатков. Установка и содержание большого количества датчиков требует больших финансовых затрат.

Один из более новых методов мониторинга парковочного пространства является компьютерное зрение. Такой метод выполняет анализ парковки на основе изображений, которые получаются с видеокамеры.

Основными преимуществами данного подхода являются:

- отсутствие необходимости установки датчиков на каждом парковочном месте;

- возможность мониторинга большой территории с помощью нескольких камер;

- относительно низкая стоимость внедрения системы.

Такой метод анализа парковочного пространства позволяет автоматически определять количество свободных мест и автомобилей. Для этого используются различные алгоритмы и методы машинного обучения.

В ходе работы была разработана система, предназначенная для определения свободных мест на парковке.

Разработанное решение состоит из нескольких связанных компонентов, которые обеспечивают обработку изображений и анализ состояния парковочных мест. В работе [1] отмечается, что «применение глубоких сверточных нейронных сетей позволяет существенно повысить точность классификации изображений по сравнению с традиционными методами».

В состав системы входят следующие основные модули:

1. Модуль получения изображения с камеры видеонаблюдения;
2. Модуль разметки парковочных мест;
3. Модуль анализа изображений с использованием нейронной сети;
4. Серверный модуль для предоставления API и пользовательского интерфейса.

Для корректного анализа парковочного пространства была разработана утилита разметки парковочных мест. Данный инструмент позволяет вручную задать границы каждого парковочного места на изображении.

Процесс разметки включает следующие этапы:

1. Загрузка изображения парковки;
2. Указание пользователем точек, определяющих границы парковочного места;
3. Формирование полигона на основе выбранных точек;
4. Сохранение координат полигона в файл формата JSON.

Для определения свободных парковочных мест была использована сверточная нейронная сеть **ResNet18**. **ResNet18** широко применяется в задачах компьютерного зрения благодаря большой эффективности и сравнительно небольшому количеству параметров.

Модель была обучена на датасете **CNRPark-EXT**, который содержит 5000 изображений с информацией состояния парковочного места. Основные принципы обработки изображений и анализа визуальной информации подробно рассмотрены в работе [2], где отмечается, что «алгоритмы компьютерного зрения направлены на извлечение структурированной информации из изображений и видеоданных».

Каждое изображение делится на два класса:

- свободное парковочное место;
- занятое парковочное место.

В процессе обучения использовались:

- функция потерь CrossEntropyLoss;
- оптимизатор Adam;

- скорость обучения 0.0001.

После завершения обучения модель показала точность **более 97%**.

Процесс анализа включает несколько этапов и выполняется последовательно.

Сначала система получает изображение с камеры. Далее изображение делится на отдельные участки, соответствующие ранее размеченным парковочным местам.

После выделения участков идет извлечение фрагментов изображения для каждого парковочного места. Полученные изображения передаются в нейронную сеть, определяющую состояние каждого места.

Результаты анализа формируются в виде структуры данных, содержащей информацию о каждом парковочном месте и его текущем состоянии.

Экспериментальная проверка системы

Для проверки и оценки работоспособности разработанной системы были проведены испытания с использованием видеопотока, получаемого с IP-камеры.

В ходе тестирования система анализировала изображение парковки в режиме реального времени и выполняла классификацию состояния для каждого парковочного места.

Результаты показали, что система корректно определяет занятость парковочных мест и может использоваться для мониторинга парковочного пространства. Средняя точность классификации составила **более 93%**, что подтверждает эффективность предложенного подхода. Методы глубокого обучения, в частности сверточные нейронные сети, стали стандартом де-факто в задачах компьютерного зрения. Как показано в [3], использование таких моделей позволяет достигать высокой точности распознавания даже на сложных наборах данных.

В ходе работы были рассмотрены разные методы для анализа занятости парковочных мест. Особое внимание было уделено методу компьютерного зрения. Исследование показало, что нейронные сети эффективно решают поставленную задачу и не требуют значительных финансовых вложений по сравнению с сенсорным методом. Дальнейшие исследования могут быть направлены на повышение точности моделей, расширение области применения системы и интеграцию с городскими информационными сервисами.

Список литературы

1. Крижевски А., Суцкевер И., Хинтон Г. Классификация ImageNet с помощью глубоких сверточных нейронных сетей. - Коммуникации ACM, 2017
2. Сзелиски, Р. Компьютерное зрение: Алгоритмы и приложения. - Бином, 2010
3. Гудфеллоу, И., Бенгио, Ю., & Курвиль, А. Глубокое обучение.. - MIT Press, 2016