

*Панина Виктория Сергеевна, студент-магистр, Калужский филиал ФГБОУ
ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э.*

Баумана (национальный исследовательский университет)»

*Федоров Виктор Олегович, к.т.н., доцент, Калужский филиал ФГБОУ ВО
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»*

ОБЗОР ДАТЧИКОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ПАРКОВОЧНЫХ СИСТЕМ

Аннотация: Увеличение количества личного автотранспорта значительно снижает качество жизни в городе. Наиболее очевидной проблемой является интенсивность дорожного движения, которая наносит большой ущерб окружающей среде. Например, отметим увеличение числа аварий, повышение выбросов CO₂, а также повышенный уровень стресса водителей, которым зачастую приходится ездить по узким и очень оживленным дорогам, и затем долго искать место для парковки. Таким образом, решение проблемы парковки является актуальной в современном городе. Для него было создано несколько современных технологий по оснащению автомобильных парковок интеллектуальными устройствами, которые помогают участникам дорожного движения определить ближайшую парковку, на которой есть свободное место. Одним из способов, позволяющих определить занятость парковочного места является использование датчиков. В данной статье будут рассмотрены различные виды таких датчиков, описаны их преимущества и недостатки.

Ключевые слова: Интеллектуальная парковочная система, интеллектуальная транспортная система, камеры видеонаблюдения, наземные датчики, радары, лидары.

Abstract: The increase in the number of personal vehicles significantly reduces the quality of life in the city. The most obvious problem is the intensity of traffic, which causes great damage to the environment. For example, we note an increase in the number of accidents, an increase in CO2 emissions, as well as an increased level of stress for drivers, who often have to drive on narrow and very busy roads, and then find a parking space for a long time. Thus, the solution to the problem of parking is relevant in the modern city. For him, several modern technologies were created to equip car parking lots with smart devices that help road users to determine the nearest parking lot that has a free space. One of the ways to determine the occupancy of a parking space is the use of sensors. In this article, various types of such sensors will be considered, their advantages and disadvantages will be described.

Key words: Intelligent parking system, intelligent transport system, CCTV cameras, ground sensors, radars, lidars.

Введение. Когда происходят глобальные разработки в области решений для умного дома, нельзя упускать из виду необходимость в системе интеллектуальной парковки. Растущее количество транспортных средств, а также отсутствие парковочных мест сводят на нет цели повышения производительности, управления пространством и даже экологической устойчивости города [2]. Решение для умной парковки – это идеальная технология для решения этих задач "умного города", предлагающая множество преимуществ.

С прогрессирующей урбанизацией и увеличением доступности автомобилей и услуг по вызову такси неэффективная парковочная система стала огромным бременем для водителей. Значительную часть времени автомобилисты проводят за рулем в поисках свободных мест, и это вызывает много разочарований и стресса.

На сегодняшний день выбор систем обнаружения транспортных средств чрезвычайно широк [3]. В этой статье будет описан один из наиболее распространенных подходов к построению интеллектуальных парковочных

систем, используемые в задачах обнаружения транспортных средств, а также будут описаны важные нюансы, влияющие на точность и производительность датчиков обнаружения транспортных средств.

Преимущества и недостатки интеллектуальных датчиков парковки автомобилей.

Интеллектуальная парковочная система – это система, которая собирает и распространяет данные о наличии парковочных мест в режиме реального времени.

Сегодняшний выбор технологических инструментов для сбора данных о наличии парковки в режиме реального времени сводится к трем широким категориям систем:

- Камеры;
- радары/лидары над головой;
- наземные датчики.

Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки, и выбор конкретной системы интеллектуальной парковки зависит от конкретных требований проекта.

Камеры кажутся наиболее рациональным подходом, поскольку позволяют контролировать сразу несколько парковочных мест. Камеры показывают хорошие результаты в тестовых средах, где модели компьютерного зрения обучаются для конкретных настроек и типов транспортных средств. Однако на реальной парковке можно столкнуться с другими проблемами, такими как большое разнообразие углов обзора, условий освещения и многих других проблем.

Системы на базе камер можно разделить на два типа:

1. Облачная/серверная обработка: видео или моментальные снимки передаются потоковой передачей в облако или на мощный локальный сервер.
2. Бортовая обработка: система распознает транспортные средства локально и при необходимости отправляет события парковки и изображения.

Это решение приводит к высоким эксплуатационным расходам, поскольку

оператору приходится обучать модель для конкретной настройки. Если оставить в стороне все проблемы с компьютерным зрением, то одной из самых больших реальных задач для решений на базе камер является получение изображений разумного качества и четкости в любое время и при любых погодных условиях. Таким образом, решения на основе камер могут хорошо работать на больших открытых площадках, таких как супермаркеты или аэропорты, хорошо освещенных в вечернее время и, желательно, без большого количества снега [4].

Подвесные радары/лидары могут обнаруживать присутствие транспортного средства с помощью радиосигналов и отражений лазерного света. Система обеспечивает точные результаты в пределах 7 метров, но на большем расстоянии и при более острых углах отражения ее точность снижается, поэтому датчик с питанием от сети, установленный на фонарном столбе, может надежно охватывать только 4-5 парковочных мест.

Наземные датчики считаются универсальным методом контроля заполняемости парковки. Беспроводные датчики с батарейным питанием установлены на каждом парковочном месте и не подвержены помехам в зоне прямой видимости. Близость к обнаруженному объекту позволяет наземным датчикам выдавать точные результаты при разумных затратах на техническое обслуживание. В настоящее время датчики заземления считаются наиболее гибким и эффективным способом решения проблем с парковкой. На рисунке 1 показан сравнительный анализ стоимости и точности интеллектуальных парковочных систем, использующих различные технологические инструменты.

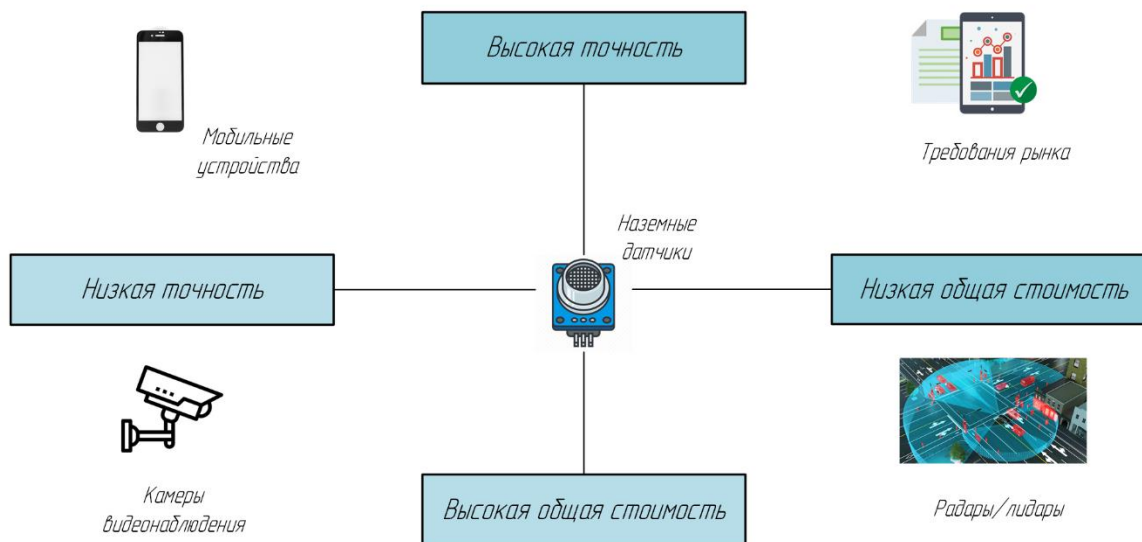


Рисунок 1 – Сравнительный анализ стоимости и точности интеллектуальных парковочных систем

Комбинация датчиков обнаружения наземных транспортных средств

Существует много типов датчиков обнаружения наземных транспортных средств в зависимости от технологий обнаружения: наибольшее распространение получили магнитометрические, инфракрасные, ультразвуковые и радарные датчики.

Рассмотрим подробнее датчики обнаружения транспортных средств с технической точки зрения.

Магнитометры

Магнитометр — это датчик, который измеряет напряженность магнитного поля и помогает понять ориентацию объекта. Железосодержащие объекты, такие как автомобили, создают искажение ближнего действия, которое можно измерить. Величина этого искажения зависит от типа ферросплава, расстояния до датчика и размера объекта.

Учитывая разнообразие датчиков, способных обнаруживать магнитное поле, процесс изначально кажется простой задачей: провести несколько экспериментов с определением порогов, откалибровать алгоритмы и умный датчик парковки готов [5]. Однако все не так просто. Различные транспортные

средства имеют разные уровни напряженности магнитного поля, и, хотя два автомобиля могут выглядеть одинаково, у одного из них может быть гораздо более сильное воздействие магнитного поля. При этом у каждого автомобиля есть места, где искажение минимально.

Если взять интеллектуальные датчики парковки с батарейным питанием, более продвинутые сложные алгоритмы обнаружения приведут к большему энергопотреблению, более высокой частоте дискретизации датчиков и большему времени вычислений на микропроцессоре. Таким образом, одним из основных недостатков интеллектуальных датчиков парковки на основе магнитометров является быстрое сокращение срока службы батареи с повышением требований к точности. Кроме того, современные электромобили часто вообще не имеют ферромагнитных деталей.

Инфракрасные датчики дальности

Эти датчики используются в камерах, ноутбуках, дронах и других приложениях, которые могут обнаруживать объекты и модели движения.

Существует два типа инфракрасных (ИК) датчиков дальности:

1. Основанные на отражении интенсивности. Такие датчики состоят из светодиодного излучателя и фотоэлемента, которые измеряют количество света, отраженного объектом. Чем ближе объект, тем сильнее отраженный сигнал.
2. Основанные на времени полета (Time-of-Flight, ToF). Эти датчики основаны на том же принципе, но разница в том, что они построены на более слаженно работающей лазерной системе, способной измерять время прохождения отраженного света.

Очевидно, что все типы автомобилей хорошо отражают свет, и не имеет значения, будет ли у них неферромагнитный электродвигатель или двигатель V8. Однако датчик ToF имеет значительное преимущество: поскольку он измеряет абсолютное расстояние, пройденное светом, результаты не зависят от отражательных свойств объекта. Например, пыль на защитном стекле не сильно повлияет на результат.

Однако, датчики ToF имеют некоторые недостатки:

- примерно в 3 раза дороже магнитометров или датчиков отражения интенсивности;
- более высокое потребление тока: при частоте дискретизации 1 Гц он будет работать от типичной батареи размера D примерно 5 лет;
- большая площадь основания 5x3 мм, которую можно увеличить для дополнительной компенсации перекрестных помех;
- он чувствителен к любым оптическим препятствиям, и очевидно, что дорога может быть не такой чистой и аккуратной, как в лабораторных условиях;
- узкий испускаемый луч света может отражаться непредсказуемым образом, поскольку днище автомобиля не плоское.

Радарные датчики дальности

Радары изначально применялись в системах ПВО и ВМФ, а также в авиации. После того, как были созданы более мелкие и эффективные радары, они были внедрены во многие другие сферы [1].

Радары основаны на том же методе ToF, но разница в том, что излучатель посылает радиоволны вместо звуковых волн или фотонов. В целом радары имеют те же преимущества и недостатки, что и инфракрасные датчики ToF, однако есть некоторые отличия:

- Радиолокационные дальномерные датчики, которые имеют более низкую частоту и могут быть менее чувствительны к некоторым тонким препятствиям, например, их можно оптимизировать для работы в условиях тонкого снежного покрова.
- Радары имеют более широкий луч и менее подвержены проблемам случайного отражения.
- Эти типы датчиков более дороги и могут потребовать специальных знаний по проектированию высокочастотных схем.
- В радарх для обработки сигналов требуется гораздо больше мощности микроконтроллера (более короткий срок службы батареи).

Вывод.

В данной статье описаны различные типы датчиков, используемые в

интеллектуальных парковочных системах. Приведены преимущества и недостатки каждого вида датчика. Использование тех или иных технологических инструментов зависит от требований заказчика и имеющихся ресурсов.

Библиографический список:

1. Душкин, Р. В. Интеллектуальные транспортные системы: монография / Р. В. Душкин. — Москва: ДМК Пресс, 2020. — 280 с. — ISBN 978-5-97060-887-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/190755> (дата обращения: 11.11.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Панина В.С., Амеличев Г.Э., Белов Ю.С. Интеллектуальная парковочная система как часть интеллектуальной транспортной системы // E-Scio. 2022. № 1 (64). С. 445-452.

3. Панина В.С., Амеличев Г.Э., Белов Ю.С. Построение интеллектуальной системы мониторинга как части интеллектуальной парковочной системы // Научное обозрение. Технические науки. – 2022. – № 4. – С. 17-21.

4. Панина В.С., Амеличев Г.Э., Белов Ю.С. Интеллектуальная парковочная система на основе сверточных нейронных сетей // Научное обозрение. Технические науки. – 2022. – № 1. – С. 29-33.

5. Панина В.С., Амеличев Г.Э., Белов Ю.С. Применение сверточных нейронных сетей Mask R-CNN в интеллектуальных парковочных системах // E-Scio. 2022. № 6 (69). С. 425-432.