**ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ГОРОДА МОСКВЫ**

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ГОРОДА МОСКВЫ**

**«ШКОЛА № 667 ИМЕНИ ГЕРОЯ СОВЕТСКОГО СОЮЗА**

**К.Я. САМСОНОВА»**

**ПРОЕКТНАЯ РАБОТА**

**«ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО**

**ЗРЕНИЯ»**

|  |  |
| --- | --- |
|  | Учащийся 11 класса И  ГБОУ «Школа №667 имени Героя Советского Союза К.Я. Самсонова»  Истратенков Михаил Игоревич,  Учащийся 11 класса И  ГБОУ «Школа №667 имени Героя Советского Союза К.Я. Самсонова»  Рахматуллаев Фарухджон Эркинджонович |
|  | Научный руководитель:  учитель информатики  ГБОУ «Школа №667 имени Героя Советского Союза К.Я. Самсонова»,  Еркина Татьяна Александровна |

**Москва, 2020**

**Оглавление**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Введение  Актуальность  Обоснование выбора темы  Цель, задачи  Этапы выполнения работы | ……………………………..  ……………………………..  ……………………………..  …………………………….. | 3  3  4  4 |
| Основная часть | …………………………….. | 6 |
| Практическая часть | …………………………….. | 7 |
| Результаты | …………………………….. | 9 |
| Выводы | …………………………….. | 10 |
| Список литературы | …………………………….. | 10 |

ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность**

Компьютерное зрение и распознавание объектов становятся частью искусственного интеллекта, который базируется на высоких вычислительных способностях современных компьютеров. Идея внедрения информационных технологий в городскую среду приобретает все более широкую масштабность, так как компьютерные алгоритмы превосходят человека по параметрам эффективности и безошибочности в работе. В промышленности активно используются методы машинного зрения для систем автономного назначения. К примеру, в нынешнее время развивается отрасль производства беспилотных аппаратов, в т.ч. и сухопутных. Автоматические системы управления транспортным средством значительно упрощают вождение, сокращая до минимума количество выполняемых человеком функций и значительно уменьшая число погрешностей на дороге.

**Обоснование выбора темы**

В современном мире компьютерное зрение становиться неотъемлемой частью нашей жизни и внедряется в самые различные сферы. Технологии компьютерного зрения позволяют облегчить фото- и видеозаписывающую активность человека, изменяют и деформируют изображения, составляют основу системы распознавания и классификации предметов. Компьютерное зрение также применяется и в медицине — МРТ основано на сегментации, в данном случае — участков головного мозга, или же в анализе ультразвуковых изображений — точное нахождение нервной структуры на ультразвуковых изображениях является важным этапом в эффективной вставке катетера для подавления боли. Использование компьютерного зрения в промышленности является машинным зрением, которое находит практическое применение в сегментации проезжей части. Данные технологии распространяются как на полноценные автомобили, так и на низкопроизводительные малогабаритные аппараты.

В настоящий момент существует множество реализаций систем автономного управления транспортным средством. Друг от друга их отличает алгоритм обработки поступающих сигналов, что влечет за собой большую разницу в скорости преобразований, точности выходных данных и стоимости технологических разработок.

Авторам данного проекта стала интересна идея разработки собственного алгоритма, решающего методами машинного зрения реальные задачи по распознаванию дорожной разметки на дорожном полотне, который стал бы наиболее оптимальным по совокупности перечисленных параметров. Это позволило бы улучшить качество системы управления как беспилотным автомобилем, так и роботизированными аппаратами, сделать ее надежнее и безопаснее

Цель работы — разработать алгоритм движения беспилотного аппарата согласно правилам дорожного движения, с последующим внедрением в реальный роботизированный прототип на RaspberryPi.

**Задачи:**

1. Исследовать технологии компьютерного зрения.
2. Ознакомиться с возможностями платформы RaspberryPi.
3. Изучить средства обработки изображений в режиме реального времени.
4. Разработать алгоритм обнаружения линий дорожной разметки.
5. Спроектировать демонстрационное колесное устройство.
6. Протестировать готовый продукт на самодельном дорожном полотне.

**Этапы выполнения работы.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Содержание этапа | Сроки |
|  | Постановка цели проекта. Анализ значения применения разработки и постановка задач. | Октябрь 2019 г. |
|  | Поиск проектного решения: требуемая информация, программное обеспечение (ПО), требуемый уровень компетенций. | Октябрь – ноябрь 2019 г. |
|  | Изучение теоретических вопросов, сравнение доступных материалов для решения задач. | Ноябрь 2019 г. |
|  | Реализация запланированного решения. | Ноябрь-декабрь 2019 г. |
|  | Анализ результатов, сравнение с находящимися в открытом доступе готовыми ресурсами. Подведение итогов. | Декабрь 2019 г. |

# ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Компьютерное зрение — это теория и технология создания машин, которые могут производить обнаружение, отслеживание и классификацию объектов. Применение компьютерного зрения в промышленных целях является машинным зрением и служит базовым навыком в сегментации проезжей части и последующей обработки входного изображения для определения дальнейших действий беспилотного аппарата. Сегментация изображения — это процесс разделения цифрового изображения на несколько сегментов (множество пикселей, также называемых суперпикселями). Цель сегментации заключается в упрощении и/или изменении представления изображения для облегчения его анализа.

Метод сегментации изображения реализуется с помощью нейросетей, Современные нейронные сети в области семантической сегментации достаточно точны, но производят слишком много операций с плавающей точкой и длинными дробными числами. Самая скоростная архитектура нейросетей глубокого обучения Enet выигрывает в производительности в 18 раз по сравнению с аналогами, но по-прежнему не подходит для решения задач в автономных портативных аппаратах (на распознание проезжей части уходит до 6 секунд на кадр).

Разработка алгоритма поиска линий разметки началась с исследования языков программирования. Ключевую роль в выборе сыграли опыт программирования авторов работы на языке Python и его поддержка платформой Raspberry, который задумывался разработчиками платформы как основной.

Требуется придумать способ, с которым аппарат на Raspberry способен передвигаться в режиме реального времени. К примеру, можно обрабатывать кадры напрямую. Для этого целесообразно использовать возможности библиотеки для работы с числами numpy, которая интегрирована в популярный фреймворк алгоритмов компьютерного зрения OpenCV.

Ориентиром машины на дороге должны служить белые полосы разметки, т.е. появляется необходимость в бинаризации изображения с выявлением белых участков. После этого для наглядности в представлении и для избежания ошибок создаются прямоугольники, целью которых является захват пикселей, относящихся к разметке. Их количество влияет на скорость обработки кадра и точность захвата белых линий. Методами фрэймворка компьютерного зрения строится средняя линия, служащая траекторией движения аппарата, а ее отклонение является фактором, определяющим его дальнейшее действие.

**2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.**

Для реализации проектной работы выбор пал на платформу Raspberry - микрокомпьютер, предназначенный для изучения устройства компьютера и создания обучающих проектов с конечным продуктом. Среди моделей Raspberry Pi был выбран Pi4 по причине существенных отличий по сравнению с предыдущими моделями: используется более быстрый и современный процессор с ядрами Cortex-A72 и частотой 1.4 МГц и оперативная память поколения LPDDR4. Платформа имеет ряд преимуществ по сравнению с остальными одноплатными компьютерами: дешевизна, распространённость, компактность и показательность концепции компьютерного зрения.

На двух пластинах из акрилового стекла были спроектированы крепления для корпуса микрокомпьютера, батарейного отсека, драйвера двигателей. При помощи конструктора была установлена камера, которая благодаря широкой вариативности LEGO может изменять свое положение в любых плоскостях и легко настраиваться по высоте. Получившийся аппарат компактен, размеры 15.5x18.5 см. Автономное питание обеспечивают 4 аккумулятора для двигателей суммарным напряжением в 4.8В, а также портативный аккумулятор для Raspberry Pi. Визуализация процесса идет при помощи технологии VNC (удаленный рабочий стол) с монитора персонального компьютера.

Готовый аппарат способен определять белые сплошные и прерывистые линии на темной дороге, совершать повороты под углом и в случае схода с трассы переходить в режим ручного управления, осуществляемого удаленно посредством локального соединения Raspberry с персональным компьютером (реализуется библиотекой socket). Смена направления двигателей постоянного тока происходит за счет применения H-мостов в драйвере L293D, который через плату расширения задействует цифровые пины GPIO Raspberry Pi.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |

# Использованное оборудование:

1. Персональный компьютер с установленными ПО и IDE
2. Микрокомпьютер Raspberry Pi 4 Model B 1GB RAM
3. Фото- и видеокамера Raspberry Pi Camera Board v2.1
4. Карта памяти SDHC Transcend 16Гб
5. 4-х моторное шасси
6. Драйвер для двигателей ЛМ2-130 на базе L293D
7. Закрытый батарейный отсек 4xAA
8. Аккумуляторы Camelion 2700мАч, 1.2В (4шт.)
9. Конструктор LEGO
10. Портативный аккумулятор Xiaomi 10000мАч
11. Мебельные крепежи, винты, гайки, провода

# РЕЗУЛЬТАТЫ

В ходе выполнения проектной работы были достигнуты следующие результаты:

1. Получен комплекс сведений о компьютерном и машинном зрении, о реализациях данных технологий и их использовании в современном мире;
2. Приобретен опыт работы с платформой Raspberry Pi и выпускаемыми ее сообществом компонентами;
3. Разработан алгоритм обнаружения линий дорожной разметки на языке программирования Python;
4. Произведено тестирование программы на автономно работающем 4-х колесном аппарате.

Результат работы полностью соответствует поставленным целям и задачам проекта.

**ВЫВОДЫ:**

В ходе выполнения проекта был разработан и оптимизирован под маломощные системы алгоритм распознавания белых линий дорожной разметки на темном полотне. С использованием платформы Raspberry был спроектирован демонстрационный колесный аппарат, способный перемещаться по дорожному полотну по выделенной полосе, ограниченной линиями разметки, а также реализован метод ручного удаленного управления устройством.

Стоит отметить, что аппарат по скоростным, относительно обработки кадра, характеристикам обходит существующие аналоги. Он может послужить учебным примером при исследовании темы компьютерного зрения.

**Перспективы развития проекта: у**совершенствование и оптимизация алгоритма для достижения наилучшей точности, расширение числа поддерживаемых машиной моделей поведения в различных дорожных ситуациях.

# СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Клетте Рейнхард Компьютерное зрение. Теория и алгоритмы/Редактор: Мовчан.Д.А, Переводчик: Силинкин А.А. / ДМК-Пресс, 2019 – 508 с.
2. Марк Лутц Изучаем Python / Переводчик: Артеменко Ю. Н./Вильямс, 2019 – 832 с.
3. Официальная документация OpenCV Python (электронный формат) / URL:https://opencv-python-tutroals.readthedocs.io/en/latest/py\_tutorials/py\_tutorials.html
4. Ян Эрик Солем Программирование компьютерного зрения на Python/Редактор: Мовчан.Д.А, Переводчик:Силинкин А.А. / ДМК-Пресс, 2016 – 312 с.