

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**Учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины»**

Факультет физики и информационных технологий
Кафедра общей физики

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к курсовому проекту
на тему**

АВТОМАТИЗАЦИЯ ВНЕСЕНИЯ ПАСПОРТНЫХ ДАННЫХ

ГГУ 1-39 03 02 111 ПЗ

Исполнитель:

Студент группы МС-32:

Белоус В.В.

Научный руководитель:

Старший преподаватель

Кафедры общей физики

Ковалёв А. А.

Гомель 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Анализ предметной области	4
1.1 Методы и технологии компьютерного зрения	4
1.2 Анализ возможных платформ для реализации проекта	6
1.3. Raspberry Pi.....	9
2. Разработка электрических схем	15
2.1 Разработка структурной схемы	15
2.1.1. Обоснование базовых блоков структурной электрической схемы ..	15
2.1.2. Обоснование связей структурной электрической схемы	16
2.2. Разработка принципиальной схемы.....	16
2.2.1. Обоснование выбора САПР для разработки принципиальной электрической схемы	16
2.2.2. Описание компонентов принципиальной схемы	20
3. Обоснование выбора операционной системы, языка программирования и IDE для работы с ним.....	22
3.1. Выбор программного обеспечения Raspberry Pi	22
3.2. Выбор языка программирования для проекта	24
3.3. Выбор IDE.....	25
4. Разработка алгоритма автоматизации внесения паспортных данных	26
4.1. Выбор алгоритма	26
4.2. Описание алгоритма и его функций	26
Заключение	28
Список используемых источников	29

Введение

В последние годы произошел быстрый рост технологий, связанных с машинным обучением, компьютерным зрением и обработкой изображений. Эти технологии позволяют автоматизировать и оптимизировать многие процессы, связанные с идентификацией личности, а также повышают уровень безопасности и защиты данных.

Одним из наиболее значимых примеров такого прогресса является возможность использования нейронных сетей для распознавания образов и текста на изображениях. Эта технология уже успешно применяется в таких областях, как робототехника, медицина, автомобильная промышленность, банковское дело и многих других.

В связи с этим, автоматизация внесения паспортных данных имеет огромный потенциал для упрощения и ускорения процесса ввода данных, повышения точности и безопасности, снижения затрат на его выполнение, по сравнению с трудоемким и многократный ввод данных вручную, где требуется быстрое и точное заполнение форм и баз данных, дальнейшего развития и применения в различных сферах деятельности. Поэтому данная тема курсовой работы является актуальной и важной для исследования и развития.

Ожидается, что результаты данной курсовой работы позволят получить практические навыки работы с автоматизацией внесения паспортных данных, а также рассмотреть возможности применения данной технологии в различных сферах. Кроме того, работа может стать отправной точкой для дальнейших исследований и улучшений в области автоматического распознавания текста.

1. Анализ предметной области

В рамках данного проекта планируется провести более детальный анализ существующих методов и технологий компьютерного зрения и машинного обучения, которые могут быть использованы для решения поставленной задачи автоматизации внесения паспортных данных считыванием с фотографии.

Также в рамках данного пункта курсовой работы будет проведен обзор существующих библиотек и фреймворков для компьютерного зрения и машинного обучения, таких как OpenCV, Tesseract OCR, PyTorch, Pi Camera. Будет проведено сравнение возможностей и эффективности каждого инструмента и выбран наиболее подходящий для решения поставленной задачи.

Кроме того, в рамках данного пункта курсовой работы будет проведен анализ технологий обработки изображений и распознавания текста, таких как Optical Character Recognition (OCR). Будет изучена работа этих технологий, их преимущества и недостатки, а также возможность их использования для считывания паспортных данных.

В результате проведенного анализа предметной области и изучения существующих методов и технологий компьютерного зрения и машинного обучения, будет выбран наиболее подходящий метод и инструментальный для реализации поставленной задачи автоматизации внесения паспортных данных считыванием с фотографии на Raspberry Pi.

1.1 Методы и технологии компьютерного зрения

Методы компьютерного зрения - это набор технологий и алгоритмов, которые позволяют обрабатывать и анализировать изображения и видео с помощью компьютера. Они используются для различных целей, включая распознавание объектов, сегментацию изображений, трекинг движения объектов, оценку качества изображений и многие другие.

В рамках разработки проекта рассмотрим следующие методы компьютерного зрения:

Фильтрация изображений — это процесс применения фильтров к изображению для улучшения его качества и устранения шумов. Шумы могут возникать из-за различных факторов, таких как низкое качество съемки, низкая освещенность, сильные вибрации и др. Фильтры могут удалять шумы, сглаживать изображение, повышать резкость, улучшать контрастность и т.д.

Существует множество фильтров, используемых в компьютерном зрении. Они могут быть линейными и нелинейными, пространственными и частотными, локальными и глобальными.

Пространственные фильтры основываются на применении матрицы коэффициентов (ядра) к каждому пикселю изображения. Ядро определяет, какие пиксели будут влиять на результирующее значение пикселя, которое вычисляется путем суммирования произведений ядра на значения пикселей в его окрестности. Линейные фильтры, такие как фильтр Гаусса и фильтр усреднения, основаны на линейной комбинации значений ядра. Нелинейные фильтры, такие как медианный фильтр и билатеральный фильтр, используют нелинейные операции для обработки изображения.

Наиболее популярной и удобной для работы в конкретно поставленной задаче является библиотека cv2 (OpenCV), включающая в себя множество методов фильтрации изображений, таких как: фильтр Гаусса, медианный фильтр, фильтр Билатеральной фильтрации, фильтр Движения, Фильтр Крест-формы. Совместная работа данных фильтров на много упрощает задачу алгоритмов считывания текста, создавая отличную основу для работы алгоритмов машинного зрения. Еще одним преимуществом, по сравнению с другими библиотеками, является автоматическое скрещивание методов для получения лучшей картинки.

Сегментация изображений - это процесс разбиения изображения на отдельные сегменты или объекты, имеющие смысловую нагрузку. Она является одним из наиболее важных шагов в обработке изображений и является необходимой для дальнейшего анализа и распознавания объектов на изображении.

Существует несколько методов сегментации изображений, из которых для работы понадобятся:

1. Пороговая сегментация - метод, при котором пиксели изображения разбиваются на две или более группы на основе яркости или цвета. Этот метод прост в реализации, но не всегда дает точные результаты, особенно если изображение содержит шумы или изменения яркости, но эта проблема должна решаться описанными методами фильтрации изображений.

2. Сегментация на основе регионов - метод, при котором группы пикселей, образующих связанные области на изображении, считаются отдельными объектами. Этот метод обычно используется для выделения объектов с более сложными формами.

3. Оптическое распознавание символов (OCR) - это процесс автоматического распознавания текста на изображении. Это может быть использовано, например, для сканирования документов и извлечения информации из них.

Классификация изображений – это процесс определения типа изображения, на котором содержится текст, например, фотография, скан, скриншот экрана или иллюстрация. Классификация может быть важным этапом в процессе распознавания текста с изображения, так как разные типы изображений могут требовать различных методов и алгоритмов обработки. Очевидно, что считать текст со скриншота на много проще, чем с только что сделанной фотографии. Поэтому классификация прямым образом повлияла на выбор метода и технологии компьютерного зрения.

1.2 Анализ возможных платформ для реализации проекта

Рассмотрим наиболее популярные платформы, которые могут подойти для реализации задуманного проекта. В этот список входят Arduino Due, Raspberry Pi, BeagleBone, Orange Pi. Определим, что главной задачей у нас является возможность подключения камеры с хорошим разрешением, а также сложной обработки фотографии и возможность считывания текста с изображения, что является довольно сложным и ресурсозатратным процессом.

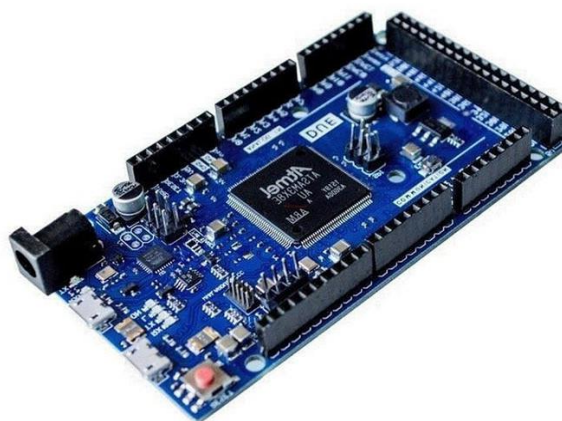


Рисунок 1 - Изображение Arduino Due.

Arduino Due (рисунок 1) - это одна из самых мощных моделей платформы Arduino, основанная на 32-битном микроконтроллере Atmel SAM3X8E ARM Cortex-M3 с тактовой частотой 84 МГц. Arduino Due имеет более высокую производительность, чем большинство других моделей Arduino, что делает ее идеальным выбором для разработки сложных и высокопроизводительных проектов.

Данная платформа имеет возможность подключения камеры, однако, стоит учитывать, что встроенные возможности Arduino Due для обработки изображений и считывания текста ограничены, поскольку её производительность не настолько высока, чтобы обрабатывать изображения

высокого качества и сложные алгоритмы компьютерного зрения. Также возможности ограничивают языки программирования, с которыми хорошо сочетается использование устройства. На языках C/C++ довольно сложно реализуются алгоритмы обработки и машинного зрения.



Рисунок 2 - Изображение Raspberry Pi.

Raspberry Pi (рисунок 2) - это миниатюрный одноплатный компьютер. Он представляет собой набор компонентов на плате, включая процессор, оперативную память, различные порты ввода-вывода и другие периферийные устройства. RPi работает под управлением операционной системы, на выбор пользователя. Он может быть использован в различных проектах, от домашних автоматизаций до промышленных систем управления.

Относительно считывания текста с изображения, RPi может быть использован с камерой, подключенной через различные интерфейсы (например, USB или CSI), а затем использовать библиотеки и программное обеспечение для обработки изображений и распознавания текста. Дополнительным плюсом является возможность работы практически с любыми языками программирования.

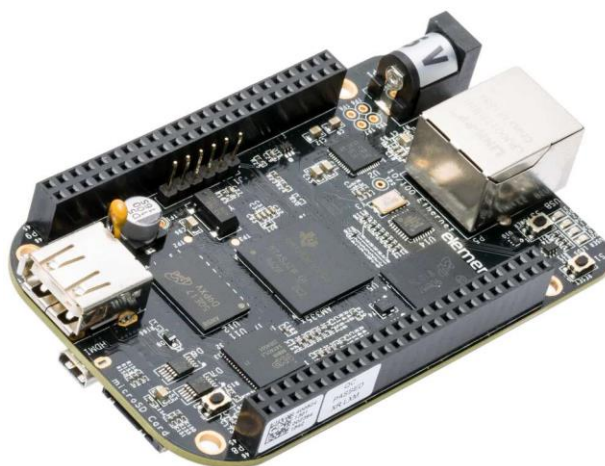


Рисунок 3 - Изображение BeagleBone.

BeagleBone (рисунок 3) - это семейство одноплатных компьютеров с открытым исходным кодом, которые могут быть использованы в качестве системы контроля или компьютера для обучения. Они оснащены процессором ARM, оперативной памятью, различными портами ввода-вывода и подключаются к сети через Ethernet или Wi-Fi. Некоторые модели также имеют встроенный модуль Bluetooth.

К BeagleBone можно подключать камеру. У BeagleBone имеется интерфейс для подключения камеры, называемый Camera Cape, а также возможность подключения камер через интерфейсы USB или CSI (Camera Serial Interface). Для работы с камерой на BeagleBone также могут использоваться различные библиотеки и инструменты. Однако, для эффективной работы с изображениями и машинным зрением на BeagleBone может потребоваться оптимизация алгоритмов и настройка параметров работы системы.

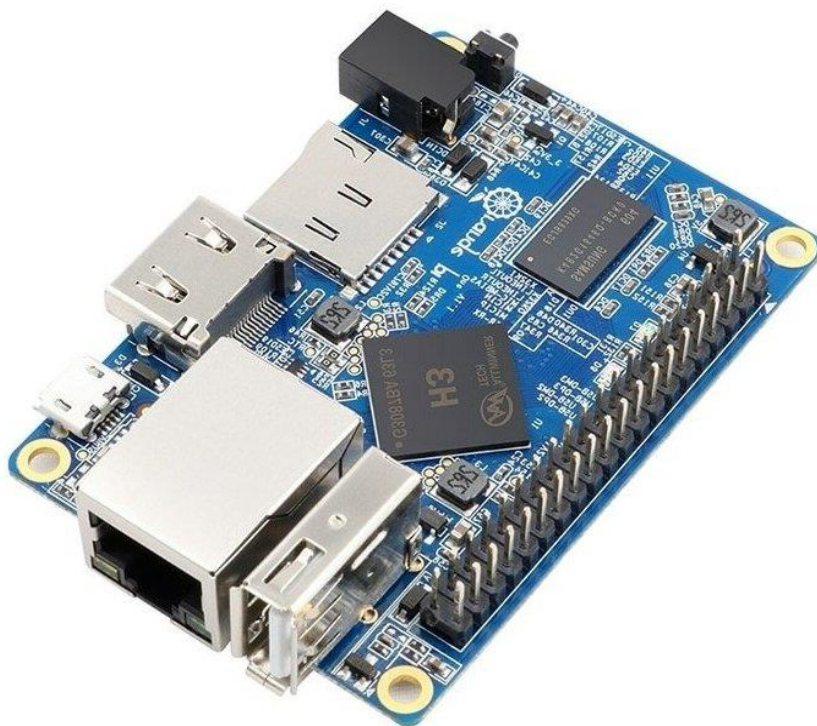


Рисунок 4 - Изображение Orange Pi.

Orange Pi (рисунок 4) - это одноплатный компьютер, который создан на основе процессоров ARM. Это бюджетный аналог Raspberry Pi, который поддерживает большинство операционных систем, включая Android и Linux.

Способна ли Orange Pi справиться со считыванием текста с изображений, зависит от конкретной задачи и используемых методов. В целом, Orange Pi имеет достаточно мощный процессор и может использовать библиотеки компьютерного зрения, что позволяет ему выполнять задачи обработки изображений.

Таблица 1 - Сравнение аппаратных платформ.

Характеристики	Arduino Due	Raspberry Pi 3B	BeagleBone	Orange Pi H3
Частота процессора	84 МГц	1.4 ГГц	1 ГГц	1.6 ГГц
Объем оперативной памяти	96 кБ	1 ГБ	512 МБ	512 МБ
Наличие HDMI	Нет	Есть	Есть	Есть
Поддержка камеры	Да	Да	Да	Да
Способность машинного зрения	Ограниченная	Хорошая	Ограниченная	Хорошая

Исходя из сравнительной характеристики (таблица 1) сделаем несколько выводов:

- Raspberry Pi имеет высокую частоту процессора и объем оперативной памяти, хорошая способность справляться с задачами машинного зрения и низкая цена по сравнению с BeagleBone и Arduino Due.
- При сравнении Raspberry Pi с Orange Pi мы имеем относительно похожие характеристики по производительности и совместимости с поставленными для проекта задачами. Но, как оказалось, Orange Pi значительно хуже по качеству и стабильности работы.
- Очень важную роль сыграла доступность самих устройств и компонентов для них в нашем регионе.

Так как проект создается в перспективе для нужд нашего университета, то целесообразнее сделать из доступных компонентов. Все это ведет к выбору платформы Raspberry Pi. Подробнее остановимся на выбранной платформе.

1.3. Raspberry Pi

Raspberry Pi 3 Model B (или просто Raspberry Pi 3) - это одноплатный компьютер. Это третье поколение платы Raspberry Pi. Raspberry Pi 3 - это универсальный компьютер, который может использоваться во многих проектах, таких как умный дом, медиацентр, сервер и т.д.

Основные характеристики Raspberry Pi 3:

1. Процессор: 1.2 ГГц четырехъядерный ARM Cortex-A53;
2. Оперативная память: 1 ГБ LPDDR2 SDRAM;

3. Беспроводная связь: Wi-Fi 802.11n и Bluetooth 4.1;
4. Проводные интерфейсы: 10/100 Ethernet, HDMI, 3,5 мм аудио выход, 4 x USB 2.0, 1 x micro USB для питания;
5. Разъемы расширения: 40-контактный GPIO разъем;
6. Хранение данных: microSD карты;
7. Графический процессор: VideoCore IV, поддерживающий разрешение 1080p, 30 кадров в секунду;
8. Операционная система: Raspbian - базирующаяся на Debian Linux;

Плюсы Raspberry Pi 3:

1. Малый размер: Размер Raspberry Pi 3 очень компактный, что позволяет использовать ее во многих проектах с ограниченным пространством.
2. Хорошая производительность: Raspberry Pi 3 оснащена четырехъядерным процессором и 1 ГБ оперативной памяти, что обеспечивает высокую производительность во многих задачах.
3. Широкий спектр программного обеспечения: Raspberry Pi 3 поддерживает большое количество операционных систем, включая Linux и Windows 10 IoT Core, что позволяет выбрать наиболее подходящую для конкретной задачи ОС.

Среди минусов Raspberry Pi 3 можно отметить отсутствие встроенной памяти, что делает необходимым использование карт памяти microSD.

Перегрев: Raspberry Pi 3 может быстро перегреваться при выполнении интенсивных задач, поэтому потребуется установка дополнительных радиаторов и вентиляторов для охлаждения.

В качестве еще одного минуса Raspberry Pi можно отметить питание от розетки, так как это требует наличия дополнительного оборудования - адаптера питания, который может занимать место и создавать неудобства при использовании устройства в некоторых условиях. Также, в некоторых случаях, питание от розетки может быть не очень удобным для мобильного использования.

Если с проблемой памяти очень легко решается вопрос, как и с установкой дополнительных радиаторов охлаждения, единственным минусом остается автономность устройства. Хотя в рамках данного курсового проекта он не имеет большого влияния. Исходя из всего вышеупомянутого еще раз становится понятно, что Raspberry Pi идеально подходит под конкретные задачи.

Подробнее рассмотрим архитектуру Raspberry Pi (рисунок 5).

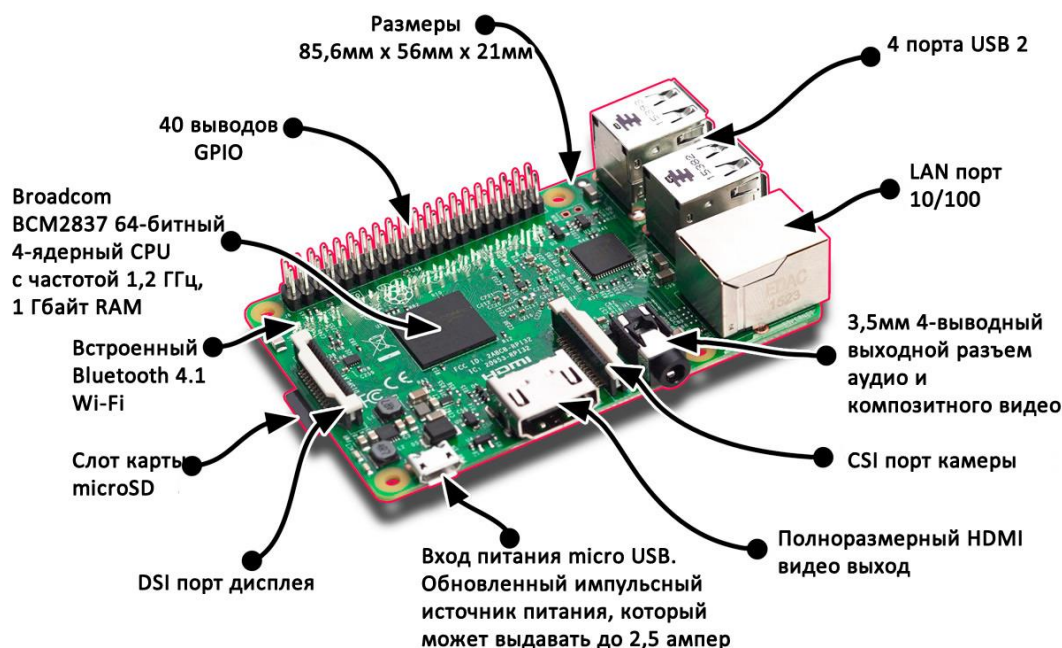


Рисунок 5 - Архитектура RPi.

Raspberry Pi 3B оснащен 64-битным процессором Broadcom BCM2837B0 с тактовой частотой 1.4 ГГц. Этот процессор построен на архитектуре ARM Cortex-A53, которая является 64-битной версией архитектуры ARMv8-A. Эта архитектура обеспечивает более высокую производительность по сравнению с предыдущей моделью Raspberry Pi 2B, оснащенной процессором ARM Cortex-A7.

Что касается ОЗУ, то Raspberry Pi 3B имеет 1 ГБ оперативной памяти типа LPDDR2 SDRAM, которая работает на частоте 900 МГц. Это также является улучшением по сравнению с предыдущими моделями Raspberry Pi, которые имели меньший объем ОЗУ и/или работали на более низкой частоте.

Также следует отметить, что Raspberry Pi 3B имеет графический процессор VideoCore IV, который обеспечивает обработку графики и видео на устройстве. Он поддерживает разрешение до 1080p при 60 кадрах в секунду и может обрабатывать 1,5 миллиона треугольников в секунду. VideoCore IV является одним из наиболее мощных графических процессоров, доступных в устройствах одноплатного компьютера. Кроме того, данный графический процессор имеет низкое энергопотребление, что делает его идеальным для использования в устройствах с ограниченным источником питания, таких как Raspberry Pi. В целом, VideoCore IV является мощным и энергоэффективным

графическим процессором, который подходит для широкого спектра приложений, включая машинное зрение.

Порт CSI на Raspberry Pi 3B используется для подключения камеры с интерфейсом CSI. Этот порт позволяет подключить камеру к плате и считывать данные с нее. Raspberry Pi 3B поддерживает камеры различных производителей, включая оригинальную камеру Raspberry Pi.

Кроме того, на плате есть порты USB для подключения внешних устройств, таких как флэш-накопители, клавиатуры и мыши, что на много упрощает и ускоряет работу. Также на Raspberry Pi 3B есть порты Ethernet, HDMI, аудио-выход, microSD-слот и GPIO-разъем для подключения дополнительных устройств и периферии. HDMI также играет важную роль. В процессе он будет использоваться для сверки данных, получаемых обработкой машинного зрения с реальными выводом их на экран.

1.4. Выбор дополнительного оборудования для реализации задач машинного зрения.

Минимальными требованиями для реализации задач машинного зрения являются возможности основного и графического процессоров, характеристики и количество оперативной памяти, что мы уже рассмотрели выше. Следующим этапом является выбор камеры. Рассмотрим, сравним и выберем камеру, которая лучше подойдет для данного проекта.



Рисунок 6 - Изображение камеры для RPi Camera Module V1.

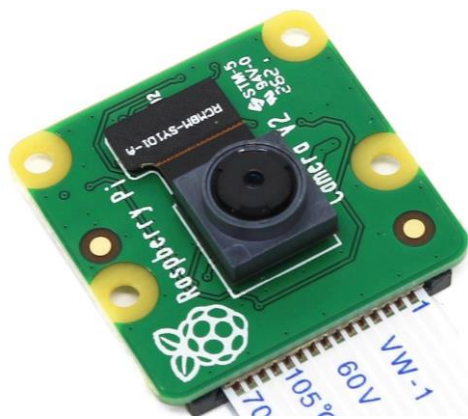


Рисунок 7 - Изображение камеры для RPi Camera Module V2.

Для начала стоит рассмотреть готовые решения камер от того же производителя, так как они должны подходить лучше всего.

Таблица 2 - Сравнение модулей камер.

Характеристики	Raspberry Pi Camera Module V1	Raspberry Pi Camera Module V2
Разрешение фото	5 Мп	8 Мп
Разрешение видео	1080p	1080p / 720p
Фокусное расстояние	3.6 мм	3.04 мм
Диафрагма	f/2.9	f/2.0
Поддержка автофокуса	Нет	Да
Подключение	CSI	CSI
Максимальное разрешение	2592 x 1944	3280 x 2464
Цена	\$25	\$30

Обе камеры имеют возможность использования интерфейса камеры CSI (Camera Serial Interface) и обеспечивают высокое качество изображения в формате JPEG или RAW. Однако Raspberry Pi Camera Module V2 имеет более высокое разрешение и лучшую оптику, что позволяет получить более четкие и детализированные изображения. Кроме того, Raspberry Pi Camera Module V2 имеет более быстрый интерфейс CSI с 4-полосной линией передачи данных, что может улучшить производительность системы. Сравнивая с USB камерой в том же ценовом диапазоне, встроенная камера Raspberry Pi будет иметь лучшее качество изображения и более простое подключение к системе. Однако, USB камера может иметь дополнительные функции, такие как

автофокусировка или широкий угол обзора, что на самом деле не требуется для данного проекта, по причине точной ручной настройки камеры, а широкий угол будет лишь мешать считывать изображение при сегментации.

JPEG (или JPG) - это стандартный формат файлов изображений, который обычно используется в фотографии. Он имеет малый размер файла и хранит изображение сжатым в формате, который может быть прочитан большинством программ и устройств. Однако, сжатие данных, которое используется в формате JPEG, может приводить к потере качества изображения.

RAW - это несжатый формат файлов изображений, который сохраняет все данные, зафиксированные на камере во время съемки, включая цветовую гамму, контрастность, насыщенность и детали. RAW позволяет редактировать изображение без потери качества, так как все данные оригинальной фотографии остаются сохранены. Однако, файлы RAW занимают гораздо больше места на диске, и могут быть сложны для обработки без соответствующего ПО.

Помимо форматов файлов важен метод фотографирования. Камера закреплена на верхней части корпуса самого Raspberry, поэтому находится статичном положении. Хорошим плюсом камеры Raspberry Pi Camera Module V2 является ее фокусное расстояние, позволяющее изменять фокус путем вращения линзы вокруг своей оси. С установленной линзой отлично считается фокусное расстояние в 20 сантиметров.

Увеличение выдержки: чем дольше камера снимает изображение, тем больше времени у нее будет на захват деталей и уменьшение шума. Однако, при слишком долгой выдержке, изображение может получиться слишком темным.

Использование дополнительных осветительных приборов (рисунок 8): при нехватке естественного освещения можно использовать вспышку или другие источники света для получения более яркого и четкого изображения.



Рисунок 8 - Изображение дополнительного освещения.

Эти методы в совокупности с разными видами форматов, методов обработки и постобработки, а также различные углы и виды освещения долго тестировались в самых различных конфигурациях.

2. Разработка электрических схем

2.1 Разработка структурной схемы

2.1.1. Обоснование базовых блоков структурной электрической схемы

Структурная схема устройства автоматизации внесения паспортных данных находится в Приложении А.

Составляющими компонентами структурной схемы устройства являются: Raspberry Pi, Pi Camera, светодиодная лампа и монитор.

Raspberry Pi - главный компонент структурной схемы, обозначающий саму плату. Это одноплатный компьютер, разработанный с открытыми исходными кодами, который может использоваться для различных проектов и задач. Он представляет собой небольшую плату, на которой расположены процессор, память, входы/выходы (GPIO), порты USB, HDMI, CSI и другие компоненты.

Pi Camera - это камера, разработанная специально для использования с Raspberry Pi. Она подключается к порту CSI (Camera Serial Interface) на Raspberry Pi и позволяет получать высококачественные изображения и видео. Камера может использоваться для различных проектов, таких как видеонаблюдение, компьютерным зрением, фотография и распознавание объектов.

Светодиодная лампа используется для освещения сцены или объектов при съемке с помощью Pi Camera. Она обеспечивает дополнительный источник света, который может быть регулируемым для достижения желаемой яркости и качества изображения. Светодиодная лампа обычно подключается к Raspberry Pi и может быть управляема программно для включения, выключения или регулировки яркости.

Монитор представляет собой устройство вывода, которое позволяет отображать изображения и результаты обработки данных на Raspberry Pi. Он обеспечивает визуальную обратную связь и возможность взаимодействия с системой. Монитор подключается к Raspberry Pi с использованием соответствующего интерфейса, такого как HDMI, и отображает информацию, которую можно визуальным образом интерпретировать.

Вместе эти базовые блоки создают систему, которая способна захватывать изображения с помощью Pi Camera, обрабатывать их на Raspberry Pi, управлять светодиодной лампой для оптимальной освещенности и отображать результаты на мониторе для визуальной обратной связи.

2.1.2. Обоснование связей структурной электрической схемы

CSI-порт предназначен для подключения камеры к Raspberry Pi. Данный порт предоставляет высокоскоростной интерфейс передачи данных с камеры непосредственно в процессор Raspberry Pi, что позволяет обрабатывать изображения в реальном времени. Он обладает высокой пропускной способностью и поддерживает различные функции обработки изображений, такие как захват изображений, видеозапись и т.д.

USB-порты Raspberry Pi обеспечивают стандартное напряжение 5 Вольт и предоставляют ограниченный ток, который может быть потреблен подключенными устройствами. В большинстве случаев, светодиодная подсветка для Raspberry Pi может быть питаема через USB-порт, если ее требования к питанию соответствуют предоставляемым портом параметрам. Важно учитывать электрические характеристики светодиодной подсветки и предоставляемые USB-портом Raspberry Pi параметры.

HDMI (High-Definition Multimedia Interface) в Raspberry Pi является интерфейсом, предназначенным для передачи видео- и аудиосигналов высокого разрешения на внешние устройства, такие как мониторы, телевизоры или проекторы. HDMI-порт на Raspberry Pi позволяет подключить устройство к отображению и воспроизводить мультимедийный контент. Качество изображения: HDMI обеспечивает передачу высококачественных видеосигналов, поддерживая различные форматы разрешения, включая Full HD (1080p) и 4K Ultra HD (3840x2160). Это позволяет получить четкое и детализированное изображение на подключенном экране.

2.2. Разработка принципиальной схемы

2.2.1. Обоснование выбора САПР для разработки принципиальной электрической схемы

САПР (система автоматизированного проектирования) - это программное обеспечение, которое предназначено для автоматизации различных этапов проектирования в инженерных отраслях, включая электронику, электротехнику, машиностроение, архитектуру и другие.

САПР облегчают процесс проектирования и разработки, предоставляя инструменты для создания и редактирования принципиальных схем, печатных плат, механических моделей, электрических схем, анализа схем и тестирования. Они обеспечивают удобный интерфейс для работы с компонентами, символами, футпринтами, позволяют проводить трассировку проводников, генерировать файлы для производства, проверять правила проектирования и многое другое.

САПР значительно повышают эффективность и точность процесса проектирования, сокращают время разработки и облегчают совместную работу в команде. Они также помогают избежать ошибок и несоответствий в проекте, облегчая его дальнейшую реализацию и производство.

Рассмотрим три популярных и широко используемых САПР для разработки принципиальных схем.

Altium Designer - это комплексное программное обеспечение для разработки электронных устройств, включающее в себя инструменты для разработки принципиальных схем, проектирования печатных плат и симуляции электрических схем (рисунок 9).

Основные особенности и возможности Altium Designer:

- Разработка принципиальных схем: Altium Designer предоставляет мощные инструменты для создания и редактирования принципиальных схем. Вы можете легко добавлять компоненты, соединять их между собой, определять параметры и свойства компонентов и проводить различные проверки целостности схемы.

- Размещение компонентов: С помощью Altium Designer вы можете размещать компоненты на печатной плате и оптимизировать их расположение для обеспечения наилучшей производительности и электрической целостности. Программа предоставляет различные инструменты для автоматического и ручного размещения компонентов, управления конфликтами и оптимизации пространства.

- Проектирование печатных плат: Altium Designer предлагает широкие возможности для проектирования печатных плат. Вы можете создавать слои печатных плат, определять правила трассировки, разводить трассы между компонентами, проводить анализ электрических правил и создавать готовые файлы для производства печатных плат.

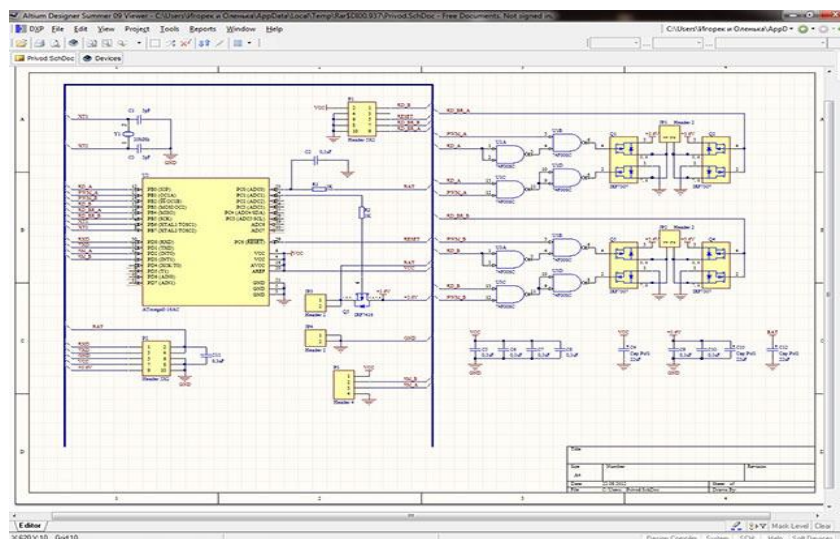


Рисунок 9 - Интерфейс Altium Designer.

OrCAD - это программное обеспечение для проектирования электронных схем, которое предоставляет полный спектр инструментов и функций для разработки принципиальных схем (рисунок 10). Вот подробное описание OrCAD:

- Создание принципиальных схем: OrCAD позволяет разработчикам создавать принципиальные схемы, добавлять компоненты, проводить соединения и определять связи между ними. Вы можете использовать библиотеки компонентов, чтобы быстро добавлять нужные элементы в схему.
- Библиотеки компонентов: OrCAD предоставляет обширные библиотеки компонентов, которые включают в себя символы и модели компонентов. Вы можете выбирать нужные компоненты из библиотек или создавать свои собственные символы для использования в схеме.
- Редактирование схемы: OrCAD предлагает гибкие инструменты для редактирования принципиальных схем. Вы можете легко перемещать и изменять размеры компонентов, соединять и разъединять связи, изменять атрибуты компонентов и проводить другие операции редактирования.
- Аннотация и нумерация компонентов: OrCAD позволяет автоматически аннотировать компоненты в схеме и нумеровать их для удобства идентификации. Это упрощает процесс организации и обновления компонентов в принципиальной схеме.

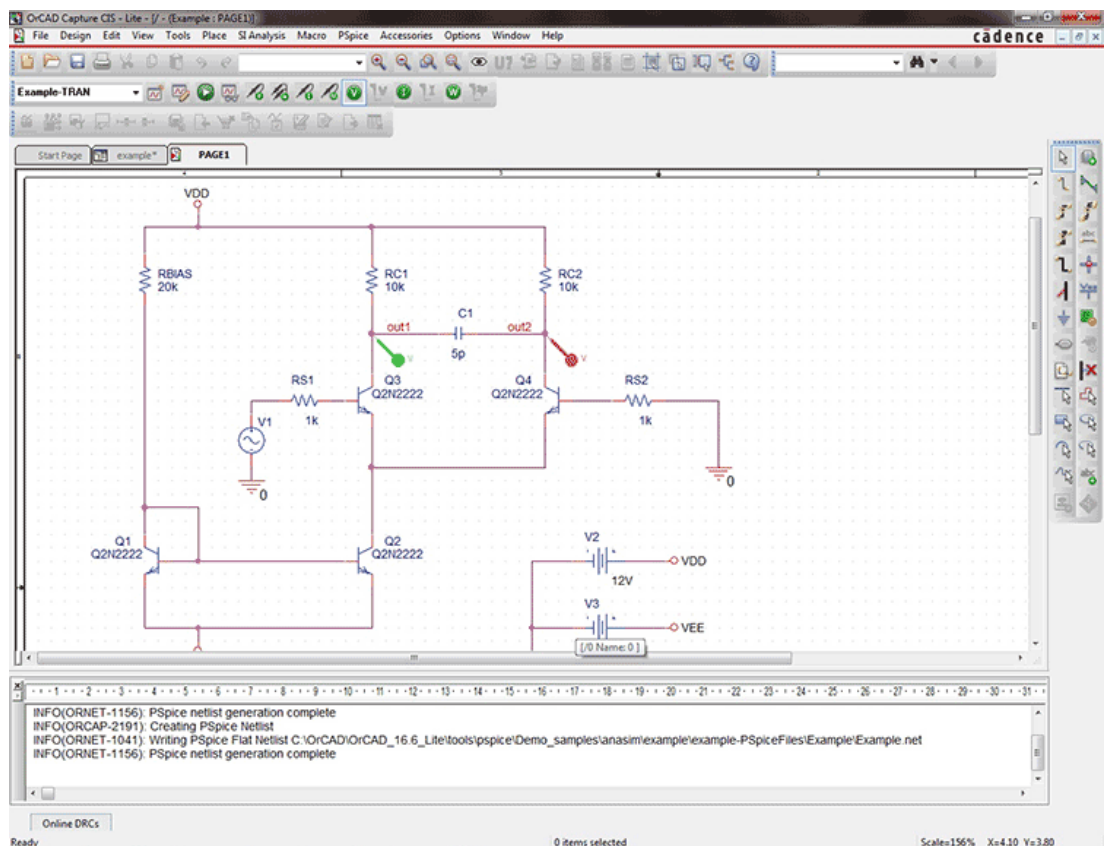


Рисунок 10 - Интерфейс OrCAD.

KiCad - это бесплатное и открытое программное обеспечение для разработки электронных схем и печатных плат (рисунок 11). Оно предоставляет полный набор инструментов для создания принципиальных схем, размещения компонентов на печатной плате, трассировки проводников и генерации файлов для производства. Особенности данного САПР являются:

- Проектирование принципиальных схем: KiCad предоставляет удобный и интуитивно понятный интерфейс для создания и редактирования принципиальных схем. Вы можете добавлять компоненты из библиотеки, соединять их проводниками, добавлять текстовые и графические элементы, а также настраивать атрибуты компонентов и соединений.

- Библиотеки компонентов: KiCad поставляется с обширной библиотекой компонентов, которая включает в себя широкий спектр электронных компонентов, таких как резисторы, конденсаторы, интегральные схемы, разъемы и другие. Вы также можете создавать собственные компоненты или импортировать их из других источников.

- Размещение компонентов на печатной плате: После создания принципиальной схемы вы можете перейти к размещению компонентов на печатной плате. KiCad предоставляет инструменты для оптимального расположения компонентов, учета электрических и механических ограничений, а также проверки коллизий и согласованности размещения.

- Проверка правил проектирования: KiCad обеспечивает возможность проверки правил проектирования для обнаружения потенциальных ошибок или несоответствий. Вы можете настроить правила проверки для различных аспектов проектирования, таких как расстояния между компонентами, минимальные ширины проводников и т. д.

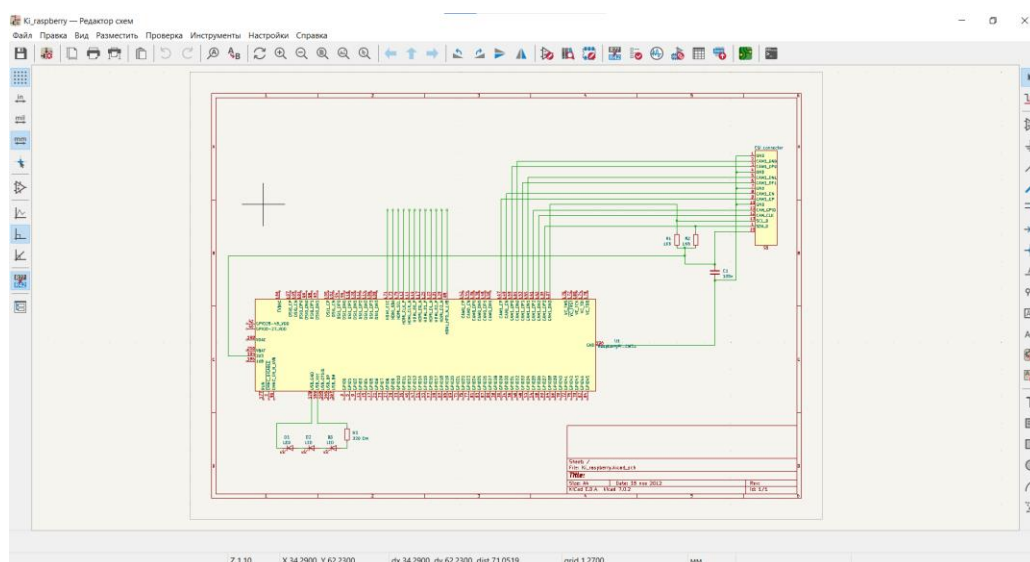


Рисунок 11 - Интерфейс KiCAD.

Рассмотренные САПР по характеристикам, которые понадобятся для проектирования принципиальной схемы, очень похожи по своим возможностям. Мной выбрана KiCad, в силу того что она является бесплатной.

2.2.2. Описание компонентов принципиальной схемы

Библиотека MCU_Module KiCad для Raspberry Pi 3 В обеспечивает доступ к символам, футпринтам и моделям компонентов, необходимым для проектирования электронных схем и печатных плат, связанных с Raspberry Pi 3 В. Это позволяет инженерам использовать готовые компоненты Raspberry Pi 3 В в своих проектах, экономя время и упрощая процесс разработки.

Библиотека KiCad постоянно обновляется и дополняется, что позволяет использовать последние версии компонентов и обеспечивает совместимость с новыми моделями Raspberry Pi и другими компонентами.

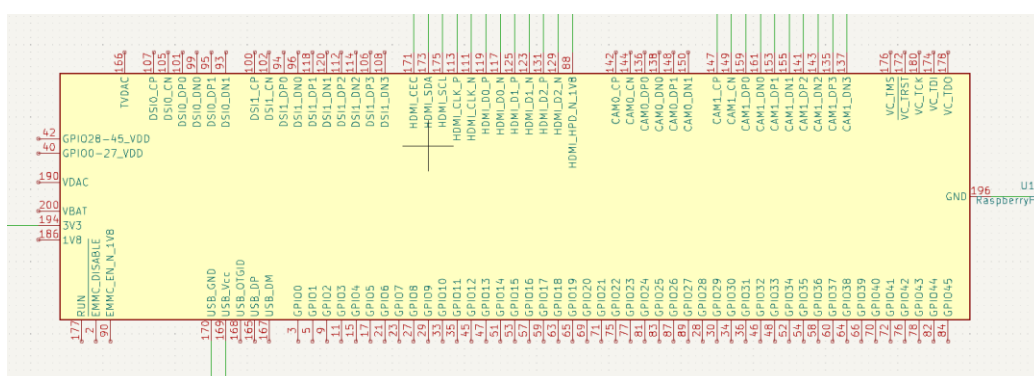


Рисунок 12 - Модуль RPi.

На принципиальной схеме Pi Camera будет представлен символ, отображающий подключение камеры к системе, и соответствующий футпринт будет использоваться для размещения и пайки модуля камеры на печатной плате.

Pi Camera на принципиальной схеме (рисунок 13) включает контакты для питания (обычно 3.3 В или 5 В), заземления (GND) и сигнальные контакты для передачи видео или других данных. Также представлены контакты для управления камерой, такие как сигналы сброса или управления режимами работы.

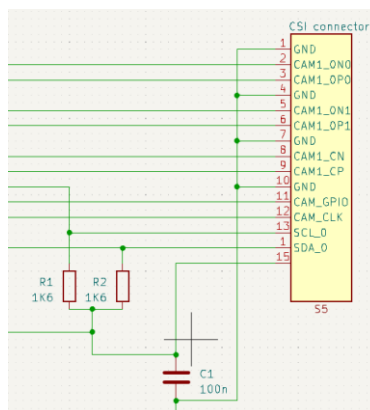


Рисунок 13 - Модуль Pi Camera V2.

Следующим компонентом является светодиодная подсветка (рисунок 14), представленная тремя последовательно подключенными светодиодами, подключаемая через USB порт.

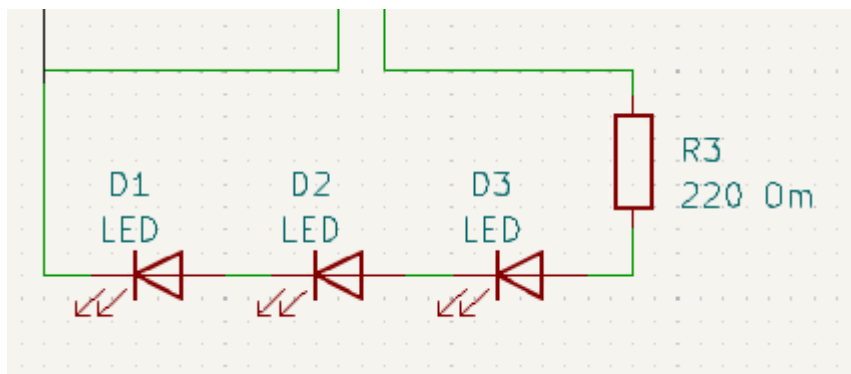


Рисунок 14 - Модуль светодиодной подсветки.

3. Обоснование выбора операционной системы, языка программирования и IDE для работы с ним

3.1. Выбор программного обеспечения Raspberry Pi

На Raspberry Pi можно установить различные операционные системы, которые адаптированы для работы на этой платформе. Вот некоторые из наиболее популярных операционных систем, поддерживаемых Raspberry Pi:

- Raspberry Pi OS (ранее известная как Raspbian): Это официальная операционная система, разработанная специально для Raspberry Pi. Она основана на Linux и поставляется с предустановленными инструментами и библиотеками, специально адаптированными для работы с Raspberry Pi.

- Ubuntu: Ubuntu, один из наиболее популярных дистрибутивов Linux, также имеет версию, оптимизированную для Raspberry Pi. Ubuntu для Raspberry Pi предлагает полноценную операционную систему с широким спектром возможностей.

- Windows 10 IoT Core: Это специальная версия Windows 10, предназначенная для разработки IoT-устройств, включая Raspberry Pi. Windows 10 IoT Core обладает набором инструментов и возможностей для создания и развертывания приложений IoT.

- Arch Linux ARM: Arch Linux ARM — это порт Arch Linux для архитектуры ARM, включая Raspberry Pi. Он предлагает минималистичную и гибкую операционную систему, позволяющую пользователям настраивать и управлять своей системой по своему усмотрению.

- OpenELEC/LibreELEC: Эти операционные системы представляют собой специализированные дистрибутивы Linux, созданные для медиацентров. Они предлагают простой и удобный интерфейс для воспроизведения медиа-контента на Raspberry Pi.

Кроме того, на Raspberry Pi можно установить и другие операционные системы, такие как Kali Linux (для тестирования безопасности), RetroPie (для эмуляции игровых консолей) и многое другое. Выбор операционной системы зависит от ваших потребностей и предпочтений, а также от требований вашего проекта.

Ниже приведена сравнительная характеристика операционных систем по их основным преимуществам и недостаткам (таблица 3).

Таблица 3 - Сравнение ОС для RPi.

Операционная система	Описание	Преимущества	Недостатки
Raspberry Pi OS	Официальная операционная система для Raspberry Pi	<ul style="list-style-type: none"> - Легкая установка и настройка. - Хорошая совместимость с аппаратным обеспечением Raspberry Pi. - Обширная поддержка сообщества и регулярные обновления. 	<ul style="list-style-type: none"> - Может быть ограничена в некоторых функциях по сравнению с другими ОС. - Иногда может быть несовместима с приложениями, предназначенными для других версий Linux.
Ubuntu	Популярный дистрибутив Linux, оптимизированный для Raspberry Pi	<ul style="list-style-type: none"> - Широкий выбор приложений и инструментов. - Хорошая поддержка разработчиков и сообщества. - Большая гибкость и настраиваемость. 	<ul style="list-style-type: none"> - Большой размер образа по сравнению с другими ОС. - Некоторые программы могут не работать "из коробки" и потребовать настройки или установки дополнительных компонентов.

Продолжение таблицы 3 - Сравнение ОС для RPi.

Windows 10 IoT Core	Специальная версия Windows 10 для IoT-устройств	<ul style="list-style-type: none"> - Знакомая среда разработки для разработчиков Windows. - Поддержка универсальных Windows-приложений (UWP). - Интеграция с облачными сервисами Microsoft. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ограниченная функциональность по сравнению с полноценной версией Windows. - Ограниченная поддержка аппаратного обеспечения по сравнению с другими ОС.
Arch Linux ARM	Порт Arch Linux для архитектуры ARM, включая Raspberry Pi	<ul style="list-style-type: none"> - Высокая гибкость и настраиваемость. - Большое сообщество пользователей и разработчиков. - Быстрое обновление и доступ к последним версиям пакетов. 	<ul style="list-style-type: none"> - Требуется больше опыта в настройке и использовании командной строки. - Может быть менее подходящей для начинающих пользователей или тех, кто ищет более простой интерфейс и инструменты.

Исходя из сравнительной характеристики Ubuntu выбрана в качестве используемой операционной системы за большой выбор инструментов, большую гибкость и настраиваемость.

3.2. Выбор языка программирования для проекта

Для задач машинного зрения часто используются следующие языки программирования:

- Python является одним из самых популярных языков программирования для задач машинного зрения. Он имеет обширные библиотеки и фреймворки, такие как OpenCV, которые предоставляют мощные инструменты для обработки изображений, обучения моделей и выполнения задач машинного зрения. Python также отличается простотой и читаемостью кода, что делает его доступным для разработчиков разного уровня.

- C++ является еще одним популярным языком программирования для машинного зрения, особенно для производительных приложений, требующих высокой скорости и эффективности. Он предоставляет низкоуровневый доступ к ресурсам компьютера и позволяет оптимизировать алгоритмы обработки изображений и выполнения вычислений. Библиотеки, такие как OpenCV, предоставляют API для работы с изображениями на C++.

- MATLAB является популярным языком программирования и средой разработки для научных вычислений и обработки сигналов. Он также предоставляет инструменты и функции для выполнения задач машинного зрения, включая обработку изображений, сегментацию, классификацию и распознавание объектов. MATLAB имеет богатую коллекцию инструментов и функций, что упрощает разработку и прототипирование алгоритмов машинного зрения.

Python отлично подходит для исследовательской работы, благодаря своей простоте и обширной экосистеме библиотек машинного зрения. Он и выбран для разработки программы проекта.

3.3. Выбор IDE

Для работы с языком программирования Python существует несколько популярных интегрированных сред разработки (IDE). Для примера рассмотрим три из них:

- PyCharm: PyCharm от JetBrains является одним из наиболее популярных IDE для разработки на Python. Он предлагает широкий набор функций, включая автодополнение кода, отладку, инструменты анализа кода, поддержку виртуальных окружений и интеграцию с системами контроля версий. PyCharm доступен в двух версиях: Community (бесплатная) и Professional (платная с расширенными возможностями).

- Thonny - это простая и легкая в использовании IDE. Она предоставляет удобную среду для написания, отладки и выполнения кода на Python. Thonny имеет простой интерфейс с минимальным набором функций. Одной из особенностей Thonny является его интеграция с популярным микроконтроллером Raspberry Pi. С помощью Thonny можно легко разрабатывать и загружать код на Raspberry Pi.

Для написания кода на RPi я выбрал Thonny, так как это IDE является предустановленным, занимает мало места на жёстком диске, не требует больших вычислительных ресурсов. Для редактирования кода функционала Thonny более чем достаточно.

4. Разработка алгоритма автоматизации внесения паспортных данных

4.1. Выбор алгоритма

Существует несколько видов алгоритмов машинного зрения для считывания текста с фотографий:

- Оптическое распознавание символов (OCR): OCR-алгоритмы используются для распознавания текста на изображении. Они обнаруживают текстовые области, извлекают символы и пытаются преобразовать их в текстовую форму. OCR-алгоритмы могут быть основаны на различных подходах, таких как шаблонное сопоставление, нейронные сети или статистические модели.

- Методы компьютерного зрения: Визуальные алгоритмы компьютерного зрения могут использоваться для обнаружения и извлечения текста на изображении. Это может включать обнаружение текстовых областей, сегментацию символов и последующее распознавание. Алгоритмы компьютерного зрения могут быть основаны на методах обработки изображений, машинного обучения или комбинации различных техник.

- Глубокое обучение: Современные подходы к распознаванию текста, такие как использование сверточных нейронных сетей (CNN) или рекуррентных нейронных сетей (RNN), основаны на глубоком обучении. Эти алгоритмы могут обучаться на больших наборах данных и показывать высокую точность распознавания текста на изображениях.

- Комбинированные методы: В некоторых случаях применяются комбинированные подходы, включающие как методы OCR, так и алгоритмы компьютерного зрения или глубокое обучение. Это позволяет достичь более точного распознавания текста, особенно в сложных сценах или с неоднородными фонами.

Для реализации моего проекта за основу взят оптическое распознавание символов в силу автоматизации процесса, удобства и универсальности, а недостаток, в виде неточности распознавания, должен быть компенсирован хорошим качеством фото и дополнительным освещением.

4.2. Описание алгоритма и его функций

Мой алгоритм по автоматизации внесении паспортных данных начинается с этапа инициализации. Этот этап можно условно разделить на два

меньших этапа, этап инициализации библиотек и этап инициализации переменных.

На этапе инициализации библиотек в мой алгоритм импортируются следующие библиотеки:

- OpenCV - это библиотека с открытым исходным кодом, которая предоставляет набор функций и алгоритмов для компьютерного зрения и обработки изображений. OpenCV разработана для обработки видео и изображений в режиме реального времени, и она широко используется в области компьютерного зрения, робототехники, машинного обучения и других приложений. Библиотека предоставляет множество функций для чтения, записи, обработки, анализа и визуализации изображений и видео, а также для выполнения операций компьютерного зрения, таких как детектирование объектов, распознавание лиц, сегментация изображений и многое другое.

- Pytesseract - это Python-обертка над OCR-движком Tesseract, который является одним из самых популярных и точных инструментов для оптического распознавания символов (OCR). Он предоставляет функции для чтения текста из изображений и преобразования его в текстовый формат.

- Picamera - это библиотека для работы с камерой Raspberry Pi в Python. Она обеспечивает простой интерфейс для управления функциями камеры Raspberry Pi, такими как съемка фотографий и запись видео. Библиотека позволяет настраивать параметры камеры, такие как разрешение, частота кадров, яркость и контрастность, а также выполнять операции снимка и записи. С помощью picamera можно легко интегрировать камеру Raspberry Pi в свои проекты и создавать приложения, использующие функциональность камеры для обработки изображений и видео.

Эти библиотеки предоставляют мощные инструменты для работы с изображениями, обработки компьютерного зрения и оптического распознавания символов в Python, что позволяет создавать разнообразные приложения, включая системы видеонаблюдения, обработку изображений, анализ данных и многое другое.

Описание алгоритма: в алгоритме, полностью представленном в Приложении Г, используется камера Raspberry Pi для снятия фотографии документа. Затем с помощью библиотеки OpenCV выполняется обработка изображения, выделяются интересующие области и преобразуются в оттенки серого. Затем библиотека pytesseract используется для распознавания текста в каждой выделенной области. Распознанный текст выводится на экран. Этот алгоритм позволяет автоматически считывать текст с изображений и использовать его для дальнейшей обработки или анализа. Блок-схема данного алгоритма представлена в Приложении В.

Заключение

В первой главе был произведен анализ предметной области, рассмотрены методы и технологии компьютерного зрения, проанализирован выбор платформы для реализации проекта, описана выбранная платформа и обоснованно выбрано дополнительное оборудование для реализации задач машинного зрения.

Во второй главе разработаны электрические схемы, обоснованы базовые блоки и связи структурной схемы, выбран САПР для разработки принципиальной электрической схемы и обоснованы ее компоненты.

В третьей главе выбрано программное обеспечение Raspberry Pi, выбран язык программирования и IDE.

В четвертой главе описан выбор алгоритма, сам алгоритм и его функции.

Таким образом, в результате выполнения курсового проекта было разработано мобильное устройство автоматизации внесения паспортных данных, позволяющее распознавать данные.

В ходе разработки курсового проекта был опубликован весь необходимый материал (приложения, схемы, программный код) в репозитории на GitHub.

Список используемых источников

1. I2C [Электронный ресурс] // Свободная энциклопедия Википедия. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/I%C2%B2C>. Дата доступа: 20.04.2023.
2. Методы компьютерного зрения [Электронный ресурс] Интернет-портал. – URL: <https://exponenta.ru/comp-vision..> – Дата доступа: 21.04.2023
3. RPi [Электронный ресурс] // Официальная документация по RPi. – URL: <https://www.raspberrypi.com/documentation/>. Дата доступа: 30.04.2023
4. JPEG, RAW [Электронный ресурс] // Интернет-портал. – URL: <https://coptermarket.by/jpeg-vs-raw-v-chem-raznica>. – Дата доступа: 02.05.2023.
5. САПР [Электронный ресурс] // Свободная энциклопедия Википедия. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/CAD>. Дата доступа: 02.05.2023.
6. OCR [Электронный ресурс] // Интернет-портал. – URL: <https://aws.amazon.com/ru/what-is/ocr/>. – Дата доступа: 05.05.2023.
7. Библиотеки машинного зрения [Электронный ресурс] // Интернет-портал. – URL: <https://arboook.com/kompyuternoe-zrenie/moj-top-7-bibliotek-dlya-python-dlya-kompyuternogo-zreniya/>. Дата доступа: 05.05.2023
8. Листинг кода [Электронный ресурс] // Github – хостинг IT-проектов URL: https://github.com/BelousWladislaw/MVS_Kurovaya